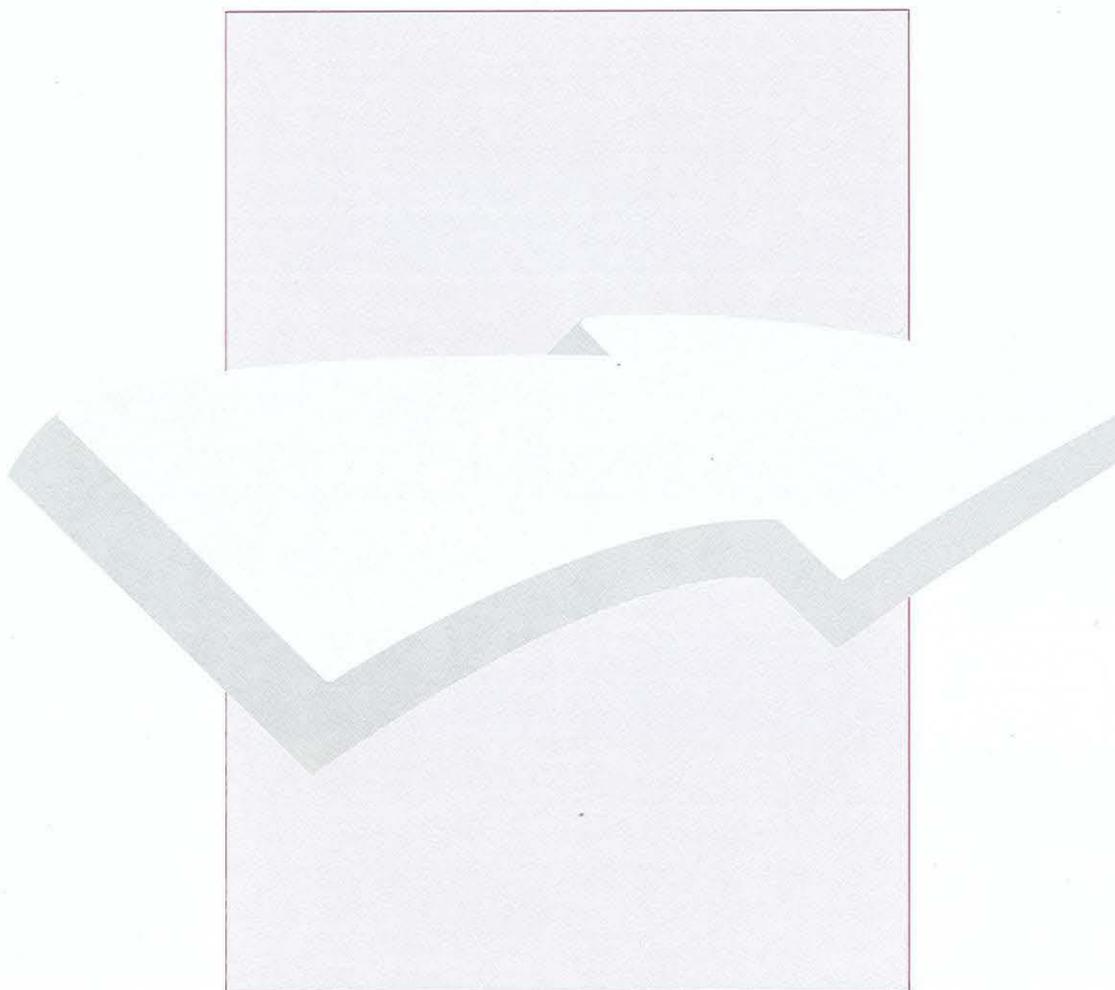


# **1** CONCEPTS FONDAMENTAUX D' **ELECTRICITE**



La reproduction totale ou partielle de ce cahier est interdite, ainsi que son enregistrement dans un système informatique ou sa transmission, sous toute forme ou à travers n'importe quel moyen, que ce soit électronique, mécanique, par photocopie, par enregistrement ou par d'autres méthodes, sans la permission préalable et par écrit des titulaires du *copyright*.

TITRE: Notions de base d'Électricité (C.B. n° 11) - AUTEUR: Organisation de Service - SEAT, S.A. - Zona Franca, Calle 2  
Registre du comm. de Barcelone, Tome 23662, Folio 1, Page 56855

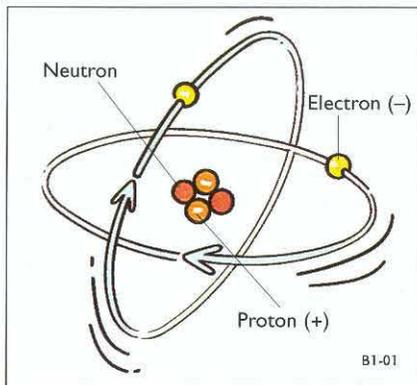
2<sup>e</sup> édition - DATE DE PUBLICATION: Mai '97 - DÉPÔT LÉGAL: B. 4510-98  
Préimpression et impression: TECFOTO, S.L. - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelone - Design et Mise en page: WIN&KEN

# I N D E X

CONSTITUTION DE LA MATIÈRE: L'ELECTRON	4-5
CIRCUIT ELECTRIQUE	6
UNITÉS ELECTRIQUES	7
LOI D'OHM	8
PUISSANCE ELECTRIQUE	9
COURANT CONTINU ET ALTERNATIF	10
DÉFINITION DES FORMES D'ONDE	11-13
LA BATTERIE	14-15
ELECTROMAGNÉTISME	16-19
L'ALTERNATEUR	20-21
CIRCUITS EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE	22-23
COMMUNICATION À TRAVERS DES ONDES	24-27
MESURES ELECTRIQUES AVEC MULTIMÈTRE	28-31
EXERCICES D'AUTOÉVALUATION	32-35

*“Les phénomènes électriques commencèrent à être connus à des époques très anciennes (avant la naissance du Christ), bien que ce ne fut qu’à la fin du XIXe siècle que l’électron a été découvert et qu’a été définie la théorie que nous connaissons aujourd’hui.”*

## CONSTITUTION DE LA MATIÈRE: L’ELECTRON



L’électricité a son origine dans le mouvement d’une petite particule appelée électron, qui fait partie de l’atome.

L’atome est la plus petite fraction de la matière et il est formé d’un noyau où se trouvent d’autres particules, comme les protons (avec charge électrique positive) et les neutrons (sans charge).

Autour du noyau tournent sur orbites les électrons, qui ont une charge négative et il y a autant d’électrons que de protons, si bien que l’atome se trouve équilibré au niveau électrique.

Un atome peut avoir beaucoup d’électrons, situés sur des orbites tournant autour du noyau. Il existe des phénomènes qui arrivent à arracher des électrons des orbites externes de l’atome, celui-ci devenant alors déficitaire en charges négatives (l’atome se convertit ainsi en ion positif).

Lorsqu’un électron abandonne son orbite, il reste à sa place un “vide”, lequel va attirer un électron d’un atome contigu, en déclenchant ainsi une cascade d’électrons arrachés d’autres atomes contigus qui vont aller remplir des vides successifs, ce qui va produire une circulation d’électrons.

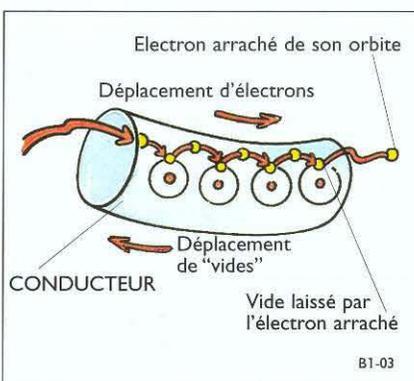
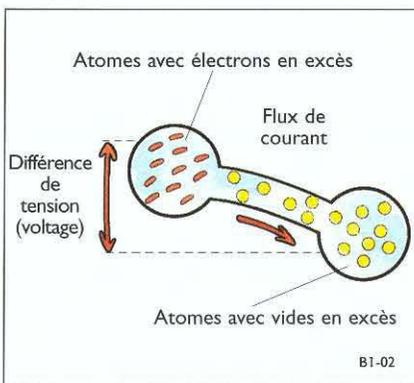
La force qui oblige les électrons à circuler dans un conducteur dépend de la différence d’électrons existants aux bornes de ce conducteur. Si à

l’une des bornes, il y a beaucoup d’électrons, tandis qu’à l’autre, il y en a très peu avec des vides à leur place, la tendance naturelle est qu’il se produise une circulation d’électrons vers la borne où il existe des vides, afin d’atteindre ainsi un équilibre. La différence existant entre le nombre d’électrons d’une borne et de l’autre, laquelle détermine la “force” avec laquelle ils circulent, reçoit le nom de différence de tension; ce qui signifie que plus la tension qui existe aux bornes d’un conducteur est élevée, plus le nombre d’électrons disposés d’un côté pour se déplacer vers l’autre est aussi élevé.

### Matériaux conducteurs et isolants

Tous les atomes n’ont pas la même facilité pour libérer des électrons de leurs orbites et créer un courant électrique; il y a des corps comme les métaux (cuivre, argent, fer, etc.) où les électrons circulent facilement, tandis que d’autres matériaux (bois, plastique, caoutchouc) leur font obstacle. Les premiers sont dits conducteurs et les seconds non-conducteurs ou isolants.

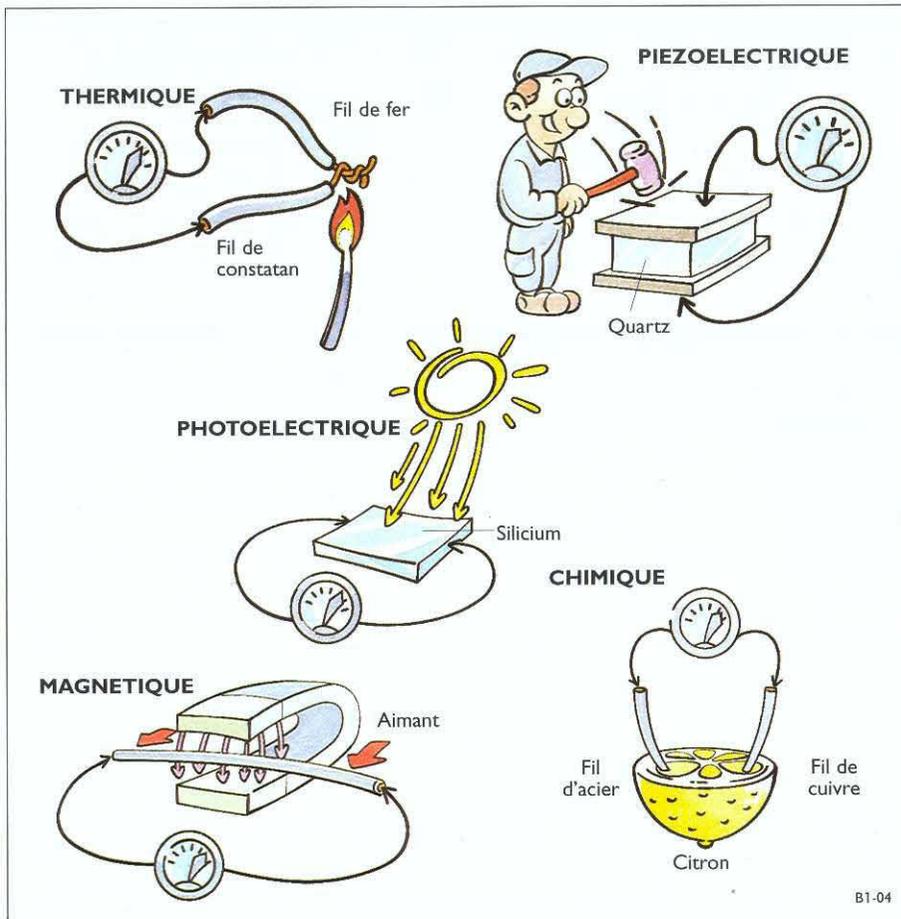
Toutefois, entre les deux se trouvent les semi-conducteurs, éléments dont la conductibilité électrique dépend des conditions du circuit et de la composition chimique qui intervient dans leur formation.



## EN PROFONDEUR

### Direction du courant

Il y a quelques années encore, on considérait que le courant électrique se produisait du côté négatif au positif (du plus au moins), alors qu'en réalité c'est l'inverse: les électrons circulent du pôle négatif vers le pôle positif. Toutefois, pour des raisons d'habitude et de commodité, on continue à considérer que le sens du courant est du plus au moins et on peut l'interpréter ainsi, compte tenu du fait que ce qui circule dans ce sens ce sont les "vides", quelque chose comme les charges positives, tandis que les négatives, les électrons, le font en sens contraire.



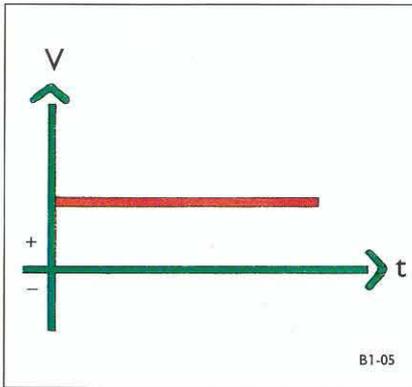
## Origine de l'électricité

Les phénomènes qui arrivent à arracher des électrons et à établir un courant peuvent avoir une origine diverse:

- Thermique: les thermocouples correspondent à la jonction de deux métaux avec un potentiel thermoélectrique différent, lesquels si on les chauffe génèrent du courant.
- Piézoélectrique: la déformation physique subie par un cristal de quartz crée du courant aux bornes de celui-ci.
- Photoélectrique: sous l'influence de la lumière agissant sur certains composés de silicium, des électrons se libèrent et un courant s'établit.
- Magnétique: par induction magnétique sur un conducteur, du courant se produit, comme par exemple pour la dynamo, l'alternateur, la magnéto, etc.
- Chimique: la réaction chimique de deux composés peut créer une libération d'électrons et la circulation de courant, c'est le cas des piles et des batteries.

*“Pour que du courant électrique puisse circuler, il faut qu’il le fasse dans un circuit fermé. Le circuit électrique et ses unités sont les premiers concepts à connaître pour comprendre tous les phénomènes électriques.”*

## CIRCUIT ÉLECTRIQUE



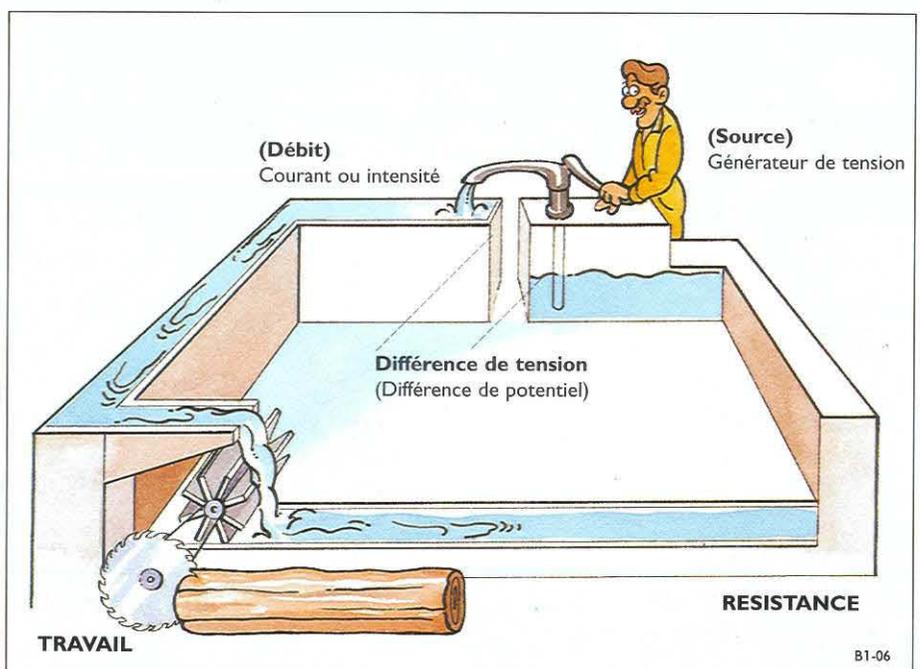
Représentation graphique du courant continu.

Le circuit électrique est semblable à un circuit hydraulique, puisqu’il peut être considéré comme le chemin que parcourt le courant (l’eau) depuis un générateur de tension (également appelé source) vers un dispositif consommateur ou charge. La charge est tout ce qui consomme de l’énergie pour produire du travail: la charge du circuit peut être une lampe, un moteur, etc. (dans l’exemple illustré, la charge du circuit est une scie qui produit un travail).

Le courant, de même que l’eau, circule à travers des canaux ou des tuyauteries; ce sont les câbles conducteurs et à travers eux circulent les électrons vers les

éléments consommateurs.

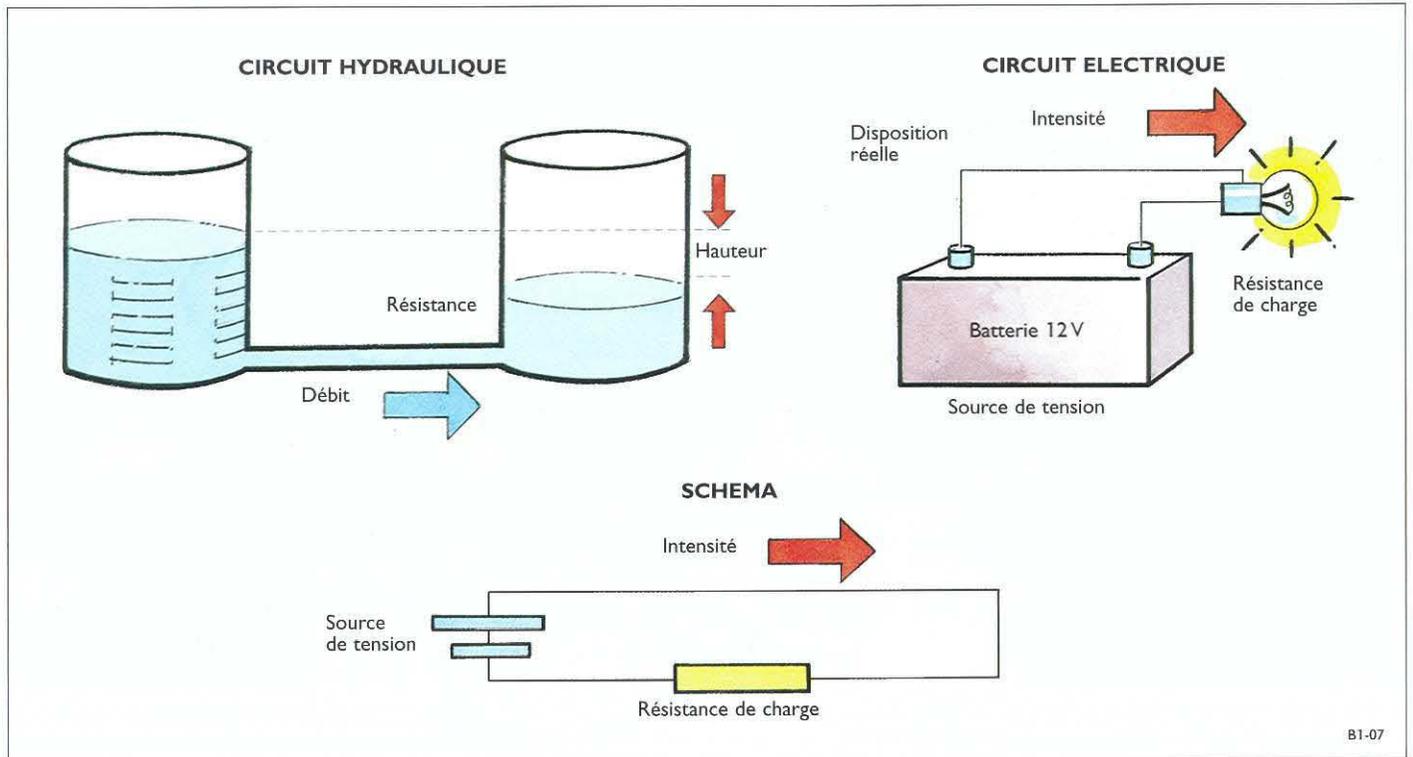
Dans le circuit hydraulique, la différence de niveaux créée par la source fournit une pression (tension dans le circuit électrique) qui provoque la circulation d’un débit de liquide (intensité); la longueur et la section du canal offrent un frein au passage du débit (résistance électrique au passage des électrons). D’une façon analogue, dans le circuit électrique le courant qui circule dans un conducteur dépend de la tension appliquée aux bornes de celui-ci et de la résistance opposée par le matériel conducteur; plus faible sera la résistance, meilleure sera la circulation du courant.



### Comparaison hydraulique

Le courant, comme l’eau, circule à travers des canaux ou des tuyauteries; ce sont les câbles conducteurs et à travers eux circulent les électrons vers les éléments consommateurs.

# UNITÉS ELECTRIQUES



A partir de ce que l'on vient d'exposer, on peut maintenant définir les trois principales unités électriques: la tension, l'intensité et la résistance.

- **Tension électrique (U)**

On nomme tension électrique (ou aussi voltage) la force potentielle (attraction) qu'il y a entre deux points quand il existe entre eux une différence du nombre d'électrons. Aux pôles d'une batterie, il existe une tension électrique et l'unité qui mesure la tension est le volt (V).

- **Courant électrique (I)**

La quantité d'électrons ou l'intensité avec laquelle ils circulent dans un

conducteur, quand il y a une tension appliquée aux bornes de celui-ci, est appelée courant électrique ou intensité. L'unité qui mesure l'intensité est l'ampère (A).

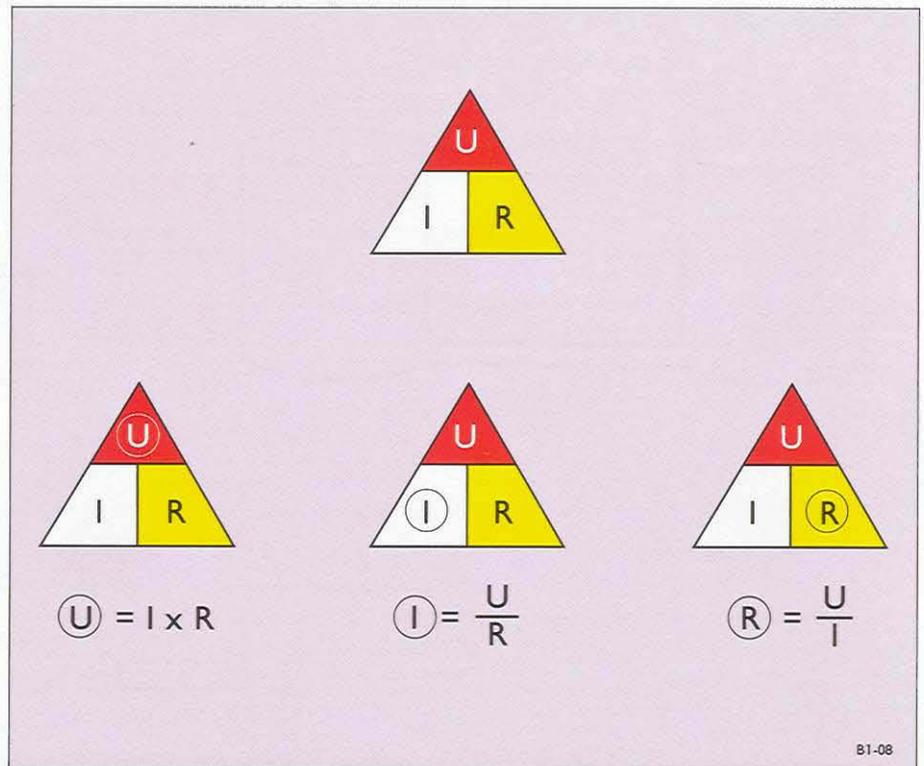
- **Résistance électrique (R)**

Les électrons qui circulent dans un conducteur ont une certaine difficulté à le faire librement, parce que le conducteur lui-même oppose une légère résistance; laquelle dépend de la longueur, de la section et du matériau de construction du conducteur. Le courant passera d'autant mieux que la section sera plus grande et la longueur plus réduite. L'unité qui mesure la résistance est l'ohm ( $\Omega$ ).

*“Tout ce qui se déplace ou s’écoule rencontre une certaine résistance.  
C’est la règle qui traduit le phénomène développé par le mathématicien Georg Simón Ohm  
en 1799, père de la Loi qui porte son nom et qui permet d’appliquer  
les mathématiques à l’électricité.”*

## LOI D’OHM

Pour connaître la formule permettant de calculer l’une des grandeurs inconnues, il suffit de prendre les deux autres et de les mettre en rapport d’après leur position déterminée dans le triangle: on divise les volts par ampères ou ohms pour trouver ceux-ci, tandis que pour trouver les volts, il suffit de multiplier les ohms par les ampères.



Il existe un rapport entre les trois unités électriques (volt, ampère et ohm), de telle sorte que chacune d’elles peut se définir par la combinaison des deux autres, par exemple, on peut dire que: **1 ampère est le courant qui circule dans un conducteur de 1 ohm quand on applique 1 volt de tension.**

Et cette définition exprimée au niveau mathématique est la suivante:

$$I = U/R$$

$$(1A = 1V/1\Omega)$$

Comme le résultat de cette expression mathématique est une équation, on peut

trouver toute valeur inconnue à partir des deux autres.

$$U = I \times R \quad (V = A \times \Omega)$$

$$I = U/R \quad (A = V : \Omega)$$

$$R = U/I \quad (\Omega = V : A)$$

Si l’on combine les formules de la Loi d’Ohm, elle peut se représenter graphiquement au moyen d’un triangle à l’intérieur duquel on a placé chaque unité (volt, ampère et ohm), de telle sorte que les valeurs situées en haut se trouvent en divisant par celles d’en bas et que celles qui sont en bas se trouvent en se multipliant entre elles.

# PUISSANCE ELECTRIQUE

La puissance se définit comme l'énergie ou le travail consommé ou produit dans un temps déterminé.

Dans les circuits électriques, l'unité de puissance est le watt (W) et sa définition est en rapport avec la tension appliquée et l'intensité qui passe dans un circuit: on dit qu'un watt est l'énergie (travail) libérée par un ampère dans un circuit avec une tension d'un volt.

On peut l'exprimer dans cette formule:

$$W = U \times I$$

(1 watt = 1 volt × 1 ampère)

Comme le résultat de cette expression mathématique est une équation (semblable à celle de la Loi d'Ohm), on peut en déduire une valeur en connaissant les deux autres et obtenir ainsi trois formules mathématiques permettant de résoudre toute inconnue. Pour connaître la formule de calcul de l'une des grandeurs inconnues, il suffit de prendre les deux autres et de les mettre en rapport d'après leur position déterminée dans le triangle:

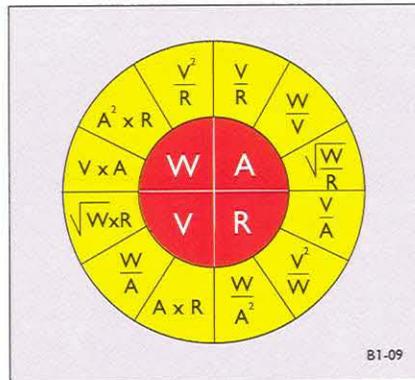
$$W = V \times A$$

$$A = W : V$$

$$V = W : A$$

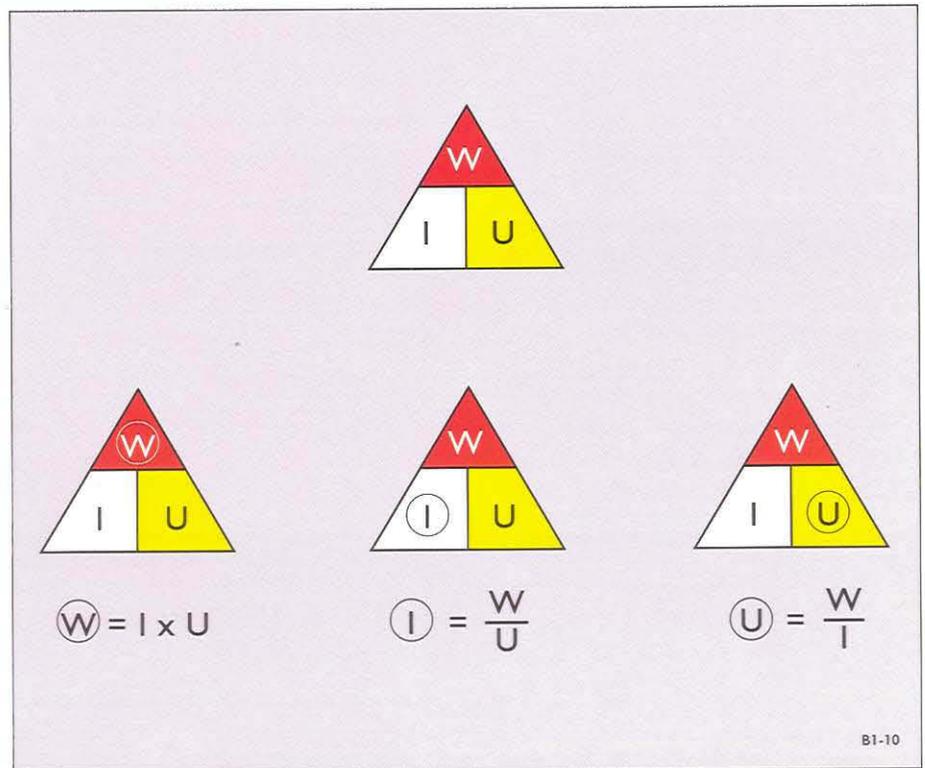
L'unité de puissance électrique, watt (W), correspond à d'autres unités de puissance utilisées pour l'automobile comme les chevaux (CV):

$$1 \text{ CV équivaut à } 736 \text{ W}$$



## Rapport entre unités

Comme l'équation de la Loi d'Ohm et la formule de la puissance ont des unités en commun, elles peuvent se mettre en rapport entre elles et l'on obtient ainsi une formule permettant de calculer toute unité en combinant les deux autres. Cette "roue" représente un formulaire complet des unités électriques à partir duquel de deux grandeurs connues on peut en obtenir une autre qui serait inconnue.



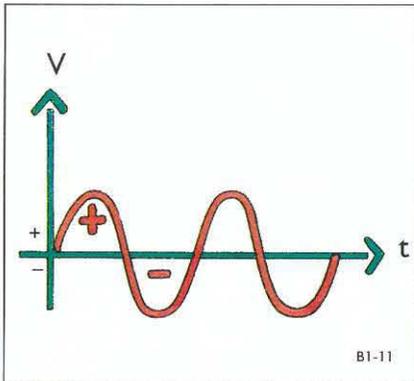
$$W = I \times U$$

$$I = \frac{W}{U}$$

$$U = \frac{W}{I}$$

*“Le courant électrique peut se manifester de deux façons différentes: sous forme continue ou alternative. La différence entre courant continu et alternatif réside dans la source qui le produit, même si les effets se manifestent de façon identique.”*

## COURANT CONTINU ET ALTERNATIF



Courant alternatif: représentation graphique.

Le courant continu (c.c.) est produit par des générateurs qui fournissent toujours le courant dans le même sens: c'est le cas des dynamos, des cellules photoélectriques, des piles, etc. En automobile, on utilise du courant continu, parce qu'il peut être emmagasiné dans la batterie, ce qui garantit sa disponibilité en cas de besoin.

La valeur du courant continu ne varie pas en fonction du temps: sur l'écran d'un oscilloscope, il apparaît comme une ligne horizontale correspondant à un niveau de zéro volt (ligne de masse). La distance de la ligne de tension à la ligne de masse indique

la grandeur (amplitude) de la tension.

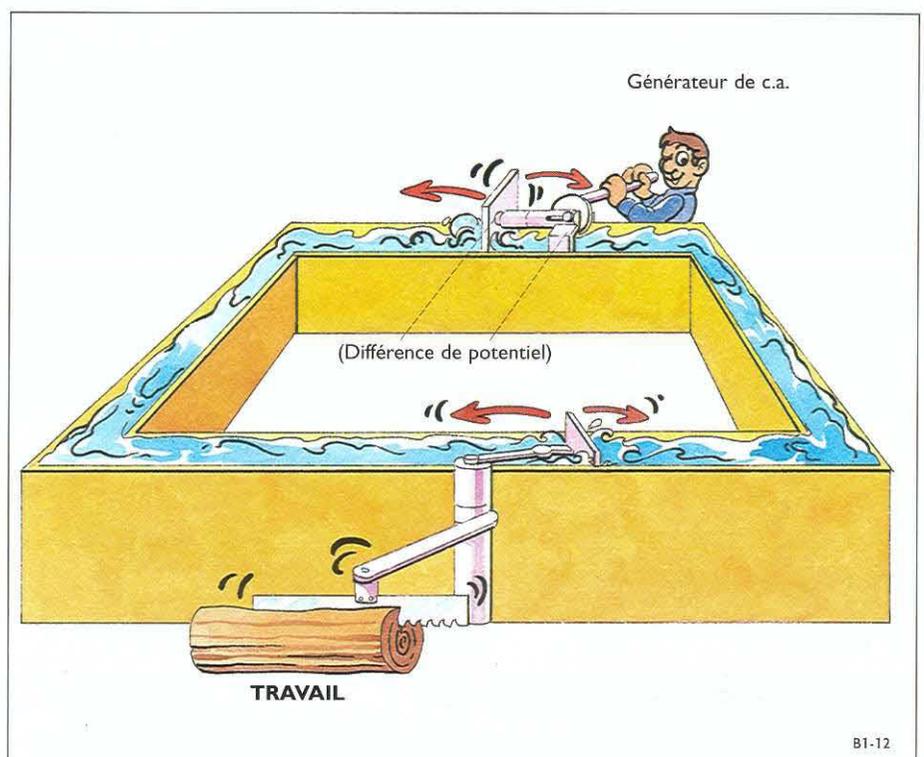
Le courant alternatif (c.a.) ne peut pas être emmagasiné dans des batteries, mais il est beaucoup plus facile et moins cher à produire grâce aux alternateurs. Le courant alternatif change de polarité cycliquement, en étant alternativement positif et négatif respectivement. La forme d'onde dépend du générateur qui la produit, mais il y a toujours une ligne de zéro volt qui divise l'onde en deux pics symétriques. Les caractéristiques du courant alternatif sont: la fréquence (cycles en une seconde) et la tension de pic à pic; bien qu'on utilise généralement la valeur de tension efficace (tension RMS).

### EN PROFONDEUR

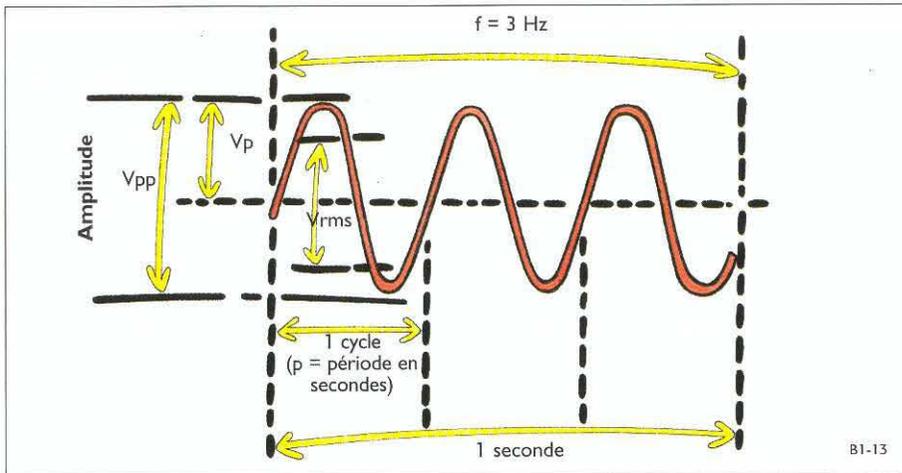
La valeur efficace (RMS) en courant alternatif (c.a.) se définit comme la valeur nécessaire qui doit être appliquée sur une résistance pour qu'elle génère un travail identique, sous forme de chaleur, à sa valeur équivalente en courant continu (c.c.).

#### Comparaison hydraulique

Dans un circuit hydraulique, le mouvement alternatif génère des ondes oscillantes, qui sont utilisées pour produire le travail.



# DÉFINITION DES FORMES D'ONDE



## Caractéristiques des ondes sinusoïdales:

$f$  = Fréquence, unité en hertz (Hz).

$p$  = Période, unité la seconde (s) ou son sous-multiple le milliseconde (1ms = 0,001 s).

$V_p$  = Tension de pic.

$V_{pp}$  = Tension de pic à pic.

$V_{rms}$  = Tension efficace.

Le courant alternatif ou continu, mais avec variation d'impulsions, se caractérise par le fait que celles-ci changent périodiquement de forme, elles peuvent avoir un tracé différent et se manifester de façon très rapide ou très lente. Il existe cependant une série de termes communs qui définissent toute forme d'onde:

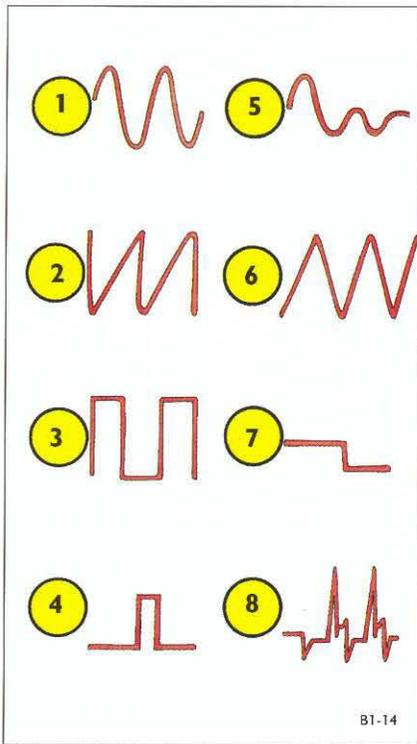
- **Ondes:** le terme générique pour un signal qui se répète dans le temps est celui d'onde (semblable aux ondes du son ou à celles de la radio).
- **Cycle:** le cycle d'une onde est la portion de l'onde qui se répète. La forme d'onde est la représentation graphique d'un signal qui exprime le temps sur l'axe horizontal et la tension sur l'axe vertical.
- **Période:** la période se définit comme le temps mis par une onde pour réaliser un cycle complet.
- **Fréquence:** la fréquence se définit

comme le nombre de cycles qui ont lieu dans un temps donné, généralement en une seconde. L'unité de fréquence est le hertz (Hz). Un hertz (Hz) équivaut à un cycle en une seconde (1c/s). Il existe un rapport entre la période et la fréquence, puisque la fréquence ( $f$ ) est l'inverse du temps mis par un cycle, c'est-à-dire la période ( $p$ ). Et on l'exprime ainsi:

$$f = 1/p ; p = 1/f$$

$f$  = fréquence en hertz (Hz)  
 $p$  = période en secondes

- **Amplitude:** l'amplitude d'un signal se définit comme la valeur de tension instantanée ou la valeur de pic à pic. C'est-à-dire, la "hauteur" ou distance qu'aura la forme d'onde par rapport à la ligne de zéro volt ou bien entre pic positif et négatif, si l'onde est de courant alternatif.



B1-14

## Formes d'onde courantes

Il existe différents types de formes d'onde. La définition se réfère à la forme ou à la caractéristique que possède chacune d'elles:

1. Onde sinusoïdale
2. Onde en dent de scie
3. Onde carrée
4. Pulsation
5. Onde sinusoïdale amortie
6. Onde triangulaire
7. Echelon
8. Forme d'onde complexe

## Quelques exemples de formes d'onde

**A.** L'onde sinusoïdale est la tension du réseau électrique à usage domestique, avec une tension de 220 V et une fréquence de 50 Hz.

**B.** Une onde carrée est celle que fournit par exemple un générateur d'effet Hall.

**C.** L'échelon se produit quand est détecté le passage d'un état électrique à un autre; par exemple, la mise en marche d'un élément.

**D.** La pulsation se produit quand est détectée l'activation momentanée d'un élément, par exemple l'éclat intermittent d'une lampe.

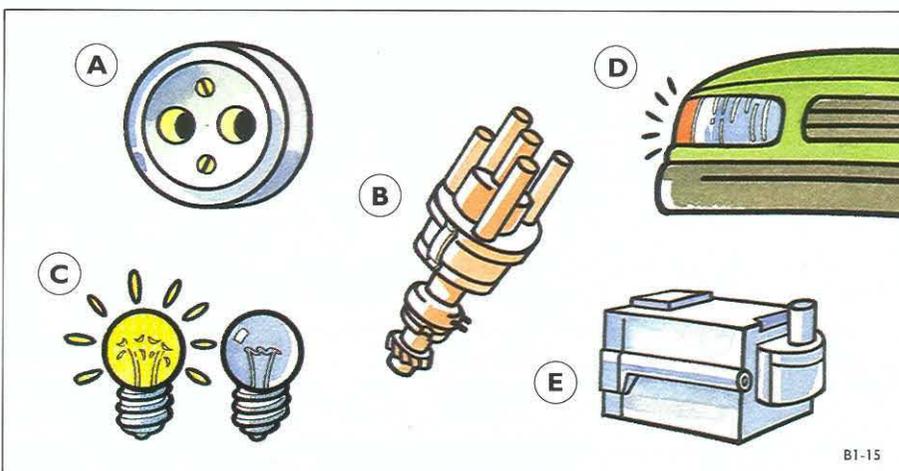
**E.** Les formes d'onde complexe sont celles qui peuvent être une combinaison de plusieurs (carrée, sinusoïdale amortie, etc.). Par exemple, celles de l'allumage.

## Formes d'onde du courant: les impulsions

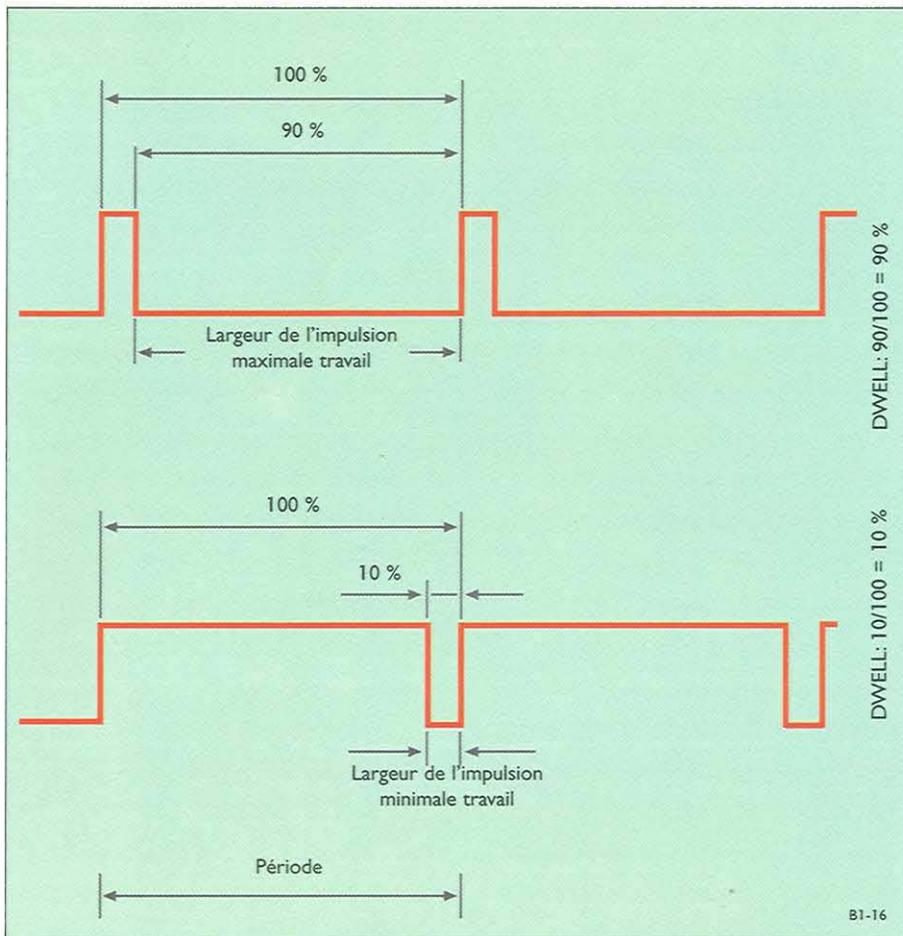
Jusqu'à présent, deux types de courant ont été étudiés, le continu et l'alternatif, mais il existe un troisième type qui possède des caractéristiques des deux autres, ce sont les impulsions. Les unités de contrôle électronique conçues pour gouverner certains actionneurs, comme électrovannes, où un contrôle parfait de l'ouverture et de la fermeture est nécessaire, fonctionnent en générant des impulsions de commande sur l'actionneur.

Le contrôle peut se faire de deux façons: en envoyant des impulsions de courant continu et en faisant varier la fréquence à laquelle elles se produisent ou bien en maintenant la fréquence constante, faire varier l'amplitude de l'impulsion; dans les deux cas, on arrive à réguler le courant de commande sur l'actionneur.

Ce dernier procédé de régulation,



B1-15



Dans les impulsions, on observe les caractéristiques suivantes: elles sont de courant continu, puisqu'elles circulent toujours dans le même sens; elles sont intermittentes (comme les ondes); elles possèdent une certaine longueur et entre deux impulsions, il existe un intervalle (la période); une partie seulement de l'impulsion est "active". En pourcentage, le rapport entre la partie active et la période de l'impulsion donne une référence exacte de l'énergie appliquée par l'impulsion. Ce rapport est appelé facteur de travail ou DWEILL du signal.

impulsions de fréquence fixe et avec variation de leur amplitude, est le plus courant et il est connu comme variation dans le rapport du cycle du signal ou aussi variation du DWEILL. C'est la méthode qui est employée pour le contrôle des électrovannes d'injection ou pour la commande régulatrice de certaines soupapes du ralenti.

Les actionneurs reçoivent des impulsions de commande avec une

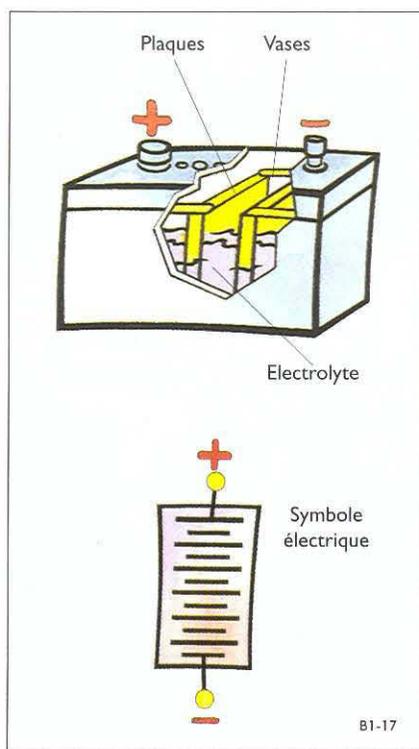
tension et une fréquence fixes et l'on fait varier le rapport entre l'amplitude de l'impulsion à bas niveau (masse) et haut (12 V); c'est-à-dire qu'on modifie le rapport entre le signal quand il "travaille" et "ne travaille pas". Le résultat final est que les dispositifs à contrôler reçoivent un courant parfaitement régulé et que l'unité de contrôle n'est pas soumise aux risques d'une dissipation d'énergie excessive.

## EN PROFONDEUR

Cette méthode de régulation désignée comme rapport de cycle est aussi connue sous d'autres formes, comme la régulation par cycle de travail variable, la variation du facteur de travail ou PWM, de l'anglais Pulse Width Module, dont la traduction est modulation de l'amplitude de la pulsation.

*“Grâce à la réaction chimique qui a lieu à l’intérieur de celle-ci, la batterie emmagasine de l’électricité comme un réservoir peut se remplir et se vider à volonté. Ce fut l’origine de la batterie en plomb qui a été inventée par le physicien français Gaston Planté, en 1859.”*

## LA BATTERIE



Une des méthodes les plus courantes pour produire de l’électricité est la chimique: la batterie en plomb est une source de courant continu qui part de ce principe; elle se compose de divers éléments accumulateurs ou vases qui sont connectés en formant une batterie. L’énergie électrique, qui se trouve emmagasinée sous forme d’énergie chimique, peut se transformer en énergie électrique, processus qui a lieu pendant la décharge. Moyennant la fourniture de courant électrique à la batterie, à l’intérieur de celle-ci se produit le processus inverse, si bien qu’il est possible de la charger de nouveau en énergie électrique.

La batterie est formée de l’accouplement en série de plusieurs cellules ou bacs. Une batterie de 12 volts possède 6 bacs. A l’intérieur des bacs se trouvent les plaques de plomb, positives et négatives,

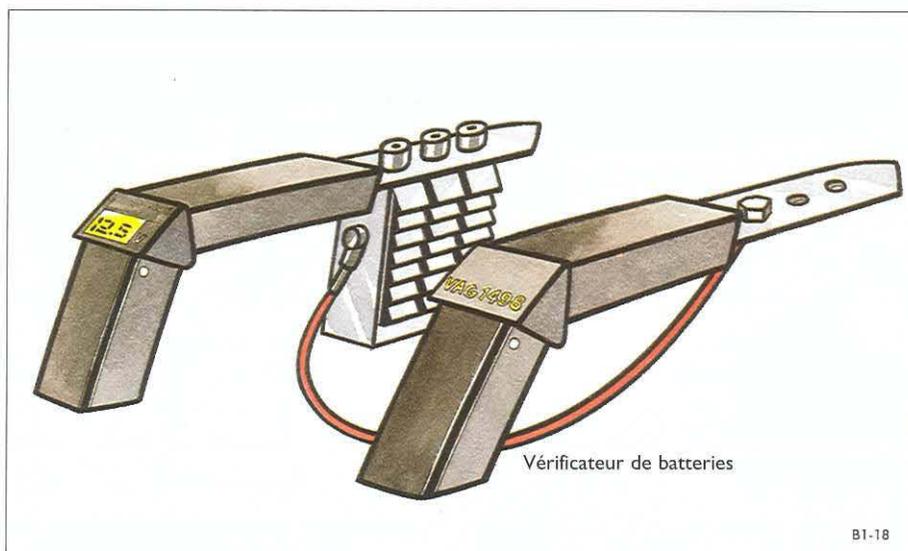
qui emmagasineront les électrons. Quand la batterie est complètement chargée, chaque bac se trouve à une tension de 2,2 volts, une batterie de 12 volts de tension nominale a donc une tension réelle, quand elle est chargée, qui atteint les 13,2 volts. L’électrolyte est un mélange d’eau distillée et d’acide sulfurique qui baigne les plaques à l’intérieur des bacs et c’est la substance chargée de produire les réactions chimiques de charge et de décharge. La densité de l’électrolyte varie avec la charge, de telle sorte qu’il est possible de connaître l’état de la batterie en mesurant la densité de celui-ci.

### Caractéristiques de la batterie

La capacité d’une batterie, à savoir la quantité d’énergie (ampères/heure)

#### Vérification des batteries

Le densimètre (aussi appelé pèse-acides) est un dispositif qui permet de déterminer l’état d’une batterie en mesurant la densité de chaque bac. Toutefois, pour le contrôle de batteries “scellées”, il faut recourir aux contrôleurs dynamiques par décharge. Avec ce type d’appareil, la méthode de contrôle consiste à soumettre la batterie à une forte décharge, tandis qu’on mesure la tension entre bornes; l’essai simule la décharge que provoque l’actionnement du démarreur à travers une résistance interne (shunt), par laquelle le courant est consommé. La tension en décharge est une indication suffisamment fiable de l’état général de la batterie.



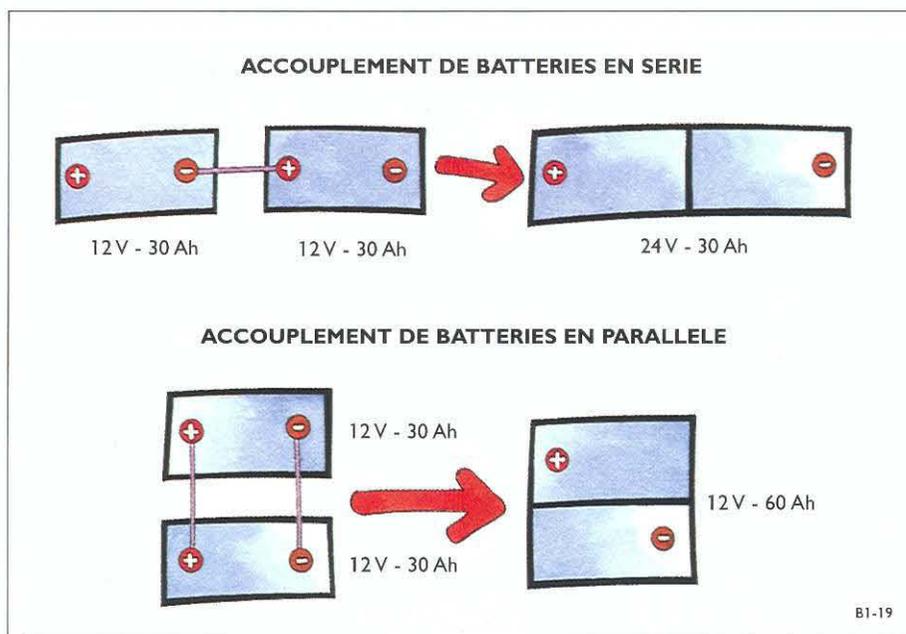
qu'elle peut emmagasiner à l'intérieur, dépend de la surface des plaques ou de leur nombre. La tension nominale est établie par le nombre de bacs. Les caractéristiques qui définissent une batterie d'automobile sont les suivantes: la tension nominale, sa capacité et l'intensité de démarrage, ces données étant généralement indiquées sur la batterie comme il suit:

12 V - 40 Ah - 200 A

- **Tension nominale:** de 6 ou 12 volts. Pour des tensions plus fortes, on accouple des batteries en série (par exemple, deux de 12 V pour obtenir 24 V).
- **La capacité** d'une batterie est donnée en ampères heure (Ah), indiquant la quantité d'ampères qu'elle peut fournir en une heure. Par exemple, une batterie de 40 Ah peut fournir 40 ampères en 1 heure ou 1 ampère pendant 40 heures.
- **L'intensité** de démarrage est définie comme le maximum de courant qu'elle peut fournir en un instant pour actionner le démarreur, sans que la tension descende au-dessous de 10,5 volts.

## Accouplements de batteries

Les batteries peuvent être connectées entre elles de deux façons: en série ou



en parallèle, chaque type d'accouplement offre des caractéristiques électriques de tension nominale et de capacité différentes:

- **Accouplement en série:** la borne positive de l'une avec la borne négative de la suivante. La tension nominale résultante correspond à la somme des tensions de chaque batterie accouplée, tandis que la capacité est la même que la capacité de l'une d'elles.
- **Accouplement en parallèle:** on réunit toutes les bornes positives et toutes les bornes négatives. La tension nominale résultante est la même que celle de l'une d'elles, tandis que la capacité résultante est la somme des capacités de toutes celles-ci.

## EN PROFONDEUR

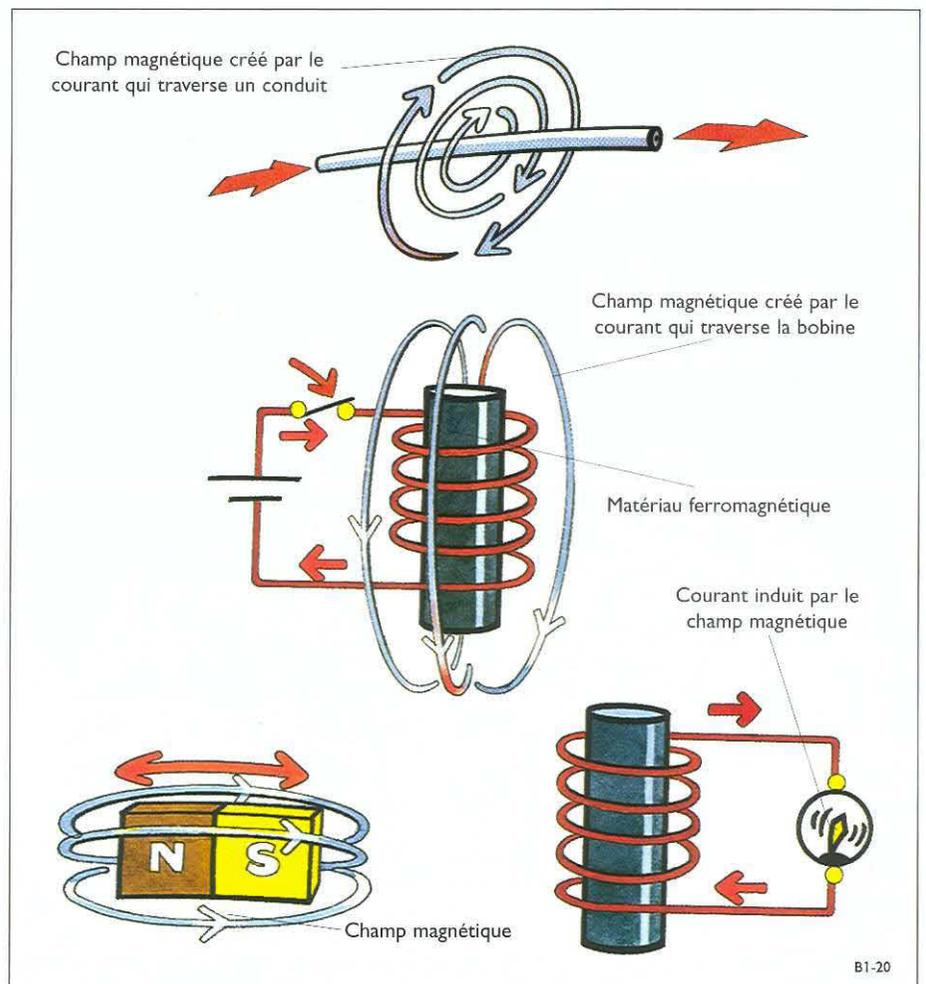
*Selon la définition de la norme DIN 72311, la capacité nominale K20 est la capacité de décharge en 20 heures d'un courant de décharge fournissant 1/20 de sa capacité, jusqu'au moment d'atteindre 10,5V de tension.*

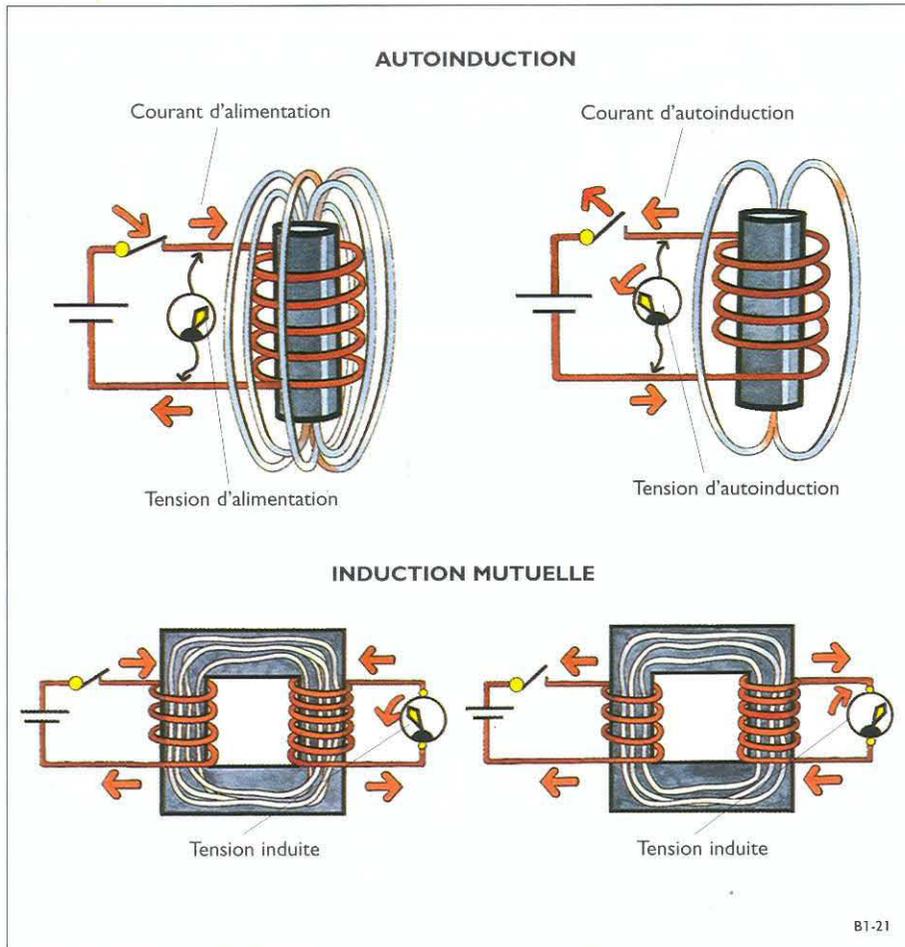
*“Le magnétisme et l’électricité sont en étroite relation, puisque grâce au magnétisme, qu’il soit naturel ou artificiel (électromagnétisme), on peut obtenir beaucoup d’électricité d’une façon simple et économique. Vers 1870, le mathématicien écossais James Clerk Maxwell a été le premier à expliquer le rapport entre l’électricité et le magnétisme.”*

## ELECTROMAGNÉTISME

Le magnétisme produit sous l’effet de l’électricité est appelé électromagnétisme et il trouve de nombreuses applications dans l’industrie: générateurs électriques comme dynamos ou alternateurs, transformateurs, relais, moteurs, etc. La base de l’électromagnétisme repose sur le fait que, quand une bobine de câble enroulée sur un support, en formant des spires ou des enroulements, est traversée par

un courant électrique, elle crée dans son entourage un champ magnétique (semblable à un aimant naturel). Le champ magnétique créé par la bobine sera d’autant plus intense que seront plus importants le nombre de spires de la bobine et l’intensité du courant qui circule. Pour augmenter et renforcer le champ magnétique créé par la bobine, on enroule celle-ci sur un noyau en fer doux ou autre





matériau bon conducteur de magnétisme (ferromagnétique). L'effet est réversible, c'est-à-dire que si une bobine de câble conducteur est soumise à la variation d'un champ magnétique, il se produit dans les spires de l'enroulement une "libération" d'électrons, ce qui crée un courant électrique. L'apparition de courant dans une bobine qui a été induite par un champ magnétique est à l'origine des

machines génératrices d'électricité, comme l'alternateur, la dynamo ou les transformateurs.

## Applications de l'électromagnétisme

### • Générateurs de courant

Le fonctionnement de l'alternateur, de la dynamo ou du volant magnétique est fondé sur le principe du courant induit dans un enroulement, quand il est soumis à

## EN PROFONDEUR

### Autoinduction et induction mutuelle

#### Autoinduction

Le passage de courant électrique dans un conducteur enroulé sur un noyau produit un champ magnétique, lequel a comme effet d'induire dans ses propres spires un courant dont la polarité s'oppose au courant formé par le champ magnétique original. Ce phénomène, qui retarde ou freine l'entrée de courant dans la bobine, est appelé autoinduction.

L'autoinduction dépend du nombre de spires, du flux magnétique et de l'intensité de courant qui circule en un instant. L'unité d'induction (L) est l'henry (H).

L'autoinduction est la propriété que possède un circuit, laquelle tend à empêcher le changement de courant. L'autoinduction est l'analogie électrique de l'inertie mécanique qui tend à s'opposer à l'augmentation ou à la diminution de la vitesse d'un corps.

#### Induction mutuelle

Quand on place un enroulement près d'un autre, mais sans les mettre en contact, et que dans l'un de ceux-ci un courant circule, il s'induit dans le second un courant dont la valeur dépendra de l'autoinduction de chacun d'entre eux (L). C'est le principe fondamental des transformateurs d'allumage.

#### Energie d'une bobine

L'énergie (E) que peut accumuler une bobine ou un transformateur d'allumage est donnée par la formule suivante:

$$E = 1/2 L \times I$$

dans laquelle L est l'inductance de la bobine et I l'intensité qui y circule.

la variation d'un champ magnétique.

Le champ magnétique peut être naturel ou formé d'aimants permanents (c'est le cas des volants magnétiques de motocyclette) ou bien d'électroaimants alimentés par courant continu.

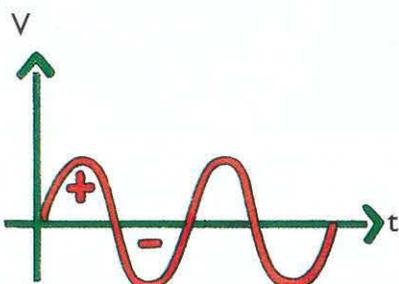
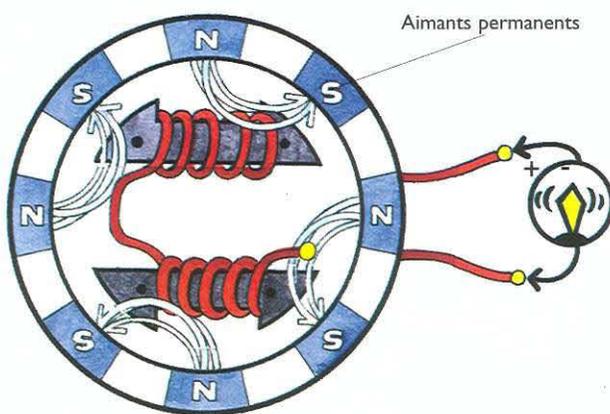
• **Transformateurs**

Les transformateurs ont pour base le phénomène d'autoinduction ou d'induction mutuelle. Ils se composent de deux bobines ou

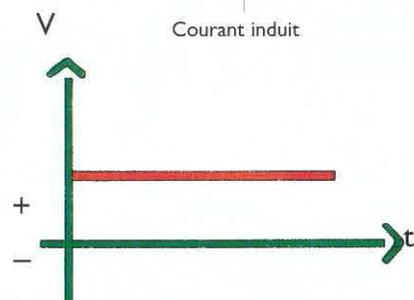
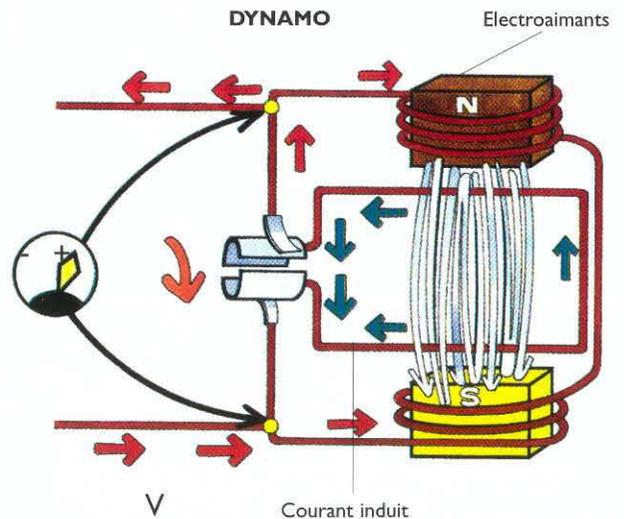
enroulements appelés primaire et secondaire, enroulés sur un noyau en fer ou d'un matériau ferromagnétique.

Lorsque le courant circule dans le primaire, il se crée un champ magnétique dans le noyau et lorsque le courant s'interrompt, le champ disparaît brusquement, ce qui provoque dans le primaire par effet d'autoinduction une tension (une centaine de volts) et par induction dans le secondaire, une tension de

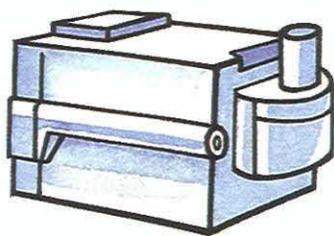
**VOLANT MAGNETIQUE**



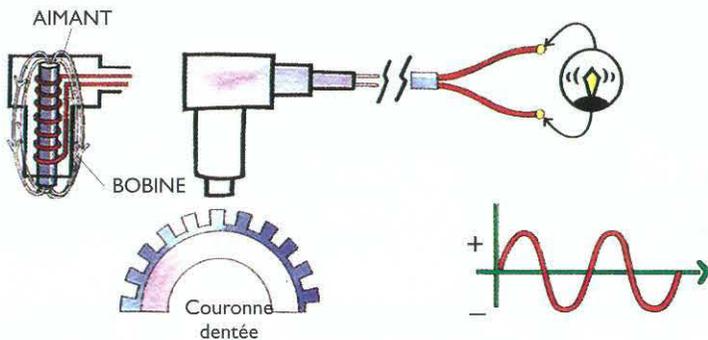
**DYNAMO**



### TRANSFORMATEUR D'ALLUMAGE

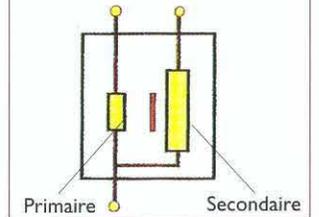


### IMPULSEUR DE REVOLUTIONS

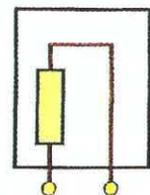


B1-23

### Symbole du TRANSFORMATEUR D'ALLUMAGE



### Symbole de l'IMPULSEUR DE TOURS



plusieurs milliers de volts.

La tension induite dans le secondaire dépend du rapport entre le nombre de spires entre primaire et secondaire et l'intensité de courant qu'elle atteint en circulant dans le primaire au moment de l'interruption.

L'autoinduction limite le temps de charge d'une bobine, surtout quand le temps disponible pour arriver à saturation est limité, comme dans le cas des transformateurs d'allumage qui travaillent à un régime élevé.

### • Impulseur de révolutions et de référence

Les impulseurs de révolutions et de référence angulaire du vilebrequin sont des capteurs inductifs, dans lesquels l'élément capteur est une bobine enroulée autour d'un aimant, qui génère du courant alternatif par effet d'induction.

En faisant tourner la couronne dentée, elle modifie l'entrefer, c'est-à-dire la distance entre l'impulseur et la dent de la couronne, et cette variation du champ magnétique donne naissance au signal de courant alternatif.

*“Dans l'automobile, la source qui fournit de l'électricité est l'alternateur.  
Il constitue le «coeur» du circuit électrique, puisque c'est lui qui  
est chargé de fournir de l'énergie aux éléments consommateurs du circuit  
et en plus de charger la batterie.”*

## L'ALTERNATEUR

### EN PROFONDEUR

Le groupe inducteur est logé dans le rotor et il se compose d'une bobine montée sur l'axe, dont les bornes sont connectées aux bagues collectrices: une d'entrée de courant et l'autre de sortie.

L'induit est le circuit où se crée le courant. Il est situé dans la carcasse et se compose d'un ensemble de bobines qui forment le stator. La mise en connexion de ces bobines, qui normalement est triphasée, adopte une connexion en étoile pour les alternateurs petits et moyens et en triangle pour des alternateurs de grande intensité.

Le redresseur se compose d'un pont de 6 ou 9 diodes qui, grâce à la propriété qu'elles ont de laisser passer le courant dans un sens, transforment le courant alternatif en courant continu.

L'alternateur est un générateur qui fournit une grande intensité, mais le courant généré est alternatif et il faut le redresser en continu.

Comme l'alternateur fonctionne à un régime variable, puisqu'il tourne par rapport au régime de vitesse du moteur, il faut un système de régulation qui contrôle la production d'électricité, indépendamment du régime et de l'état de la batterie.

Fondamentalement, l'alternateur de l'automobile se compose de trois ensembles qui sont groupés.

**1.** Le groupe INDUCTEUR tourne sous l'action de la poulie (rotor) et

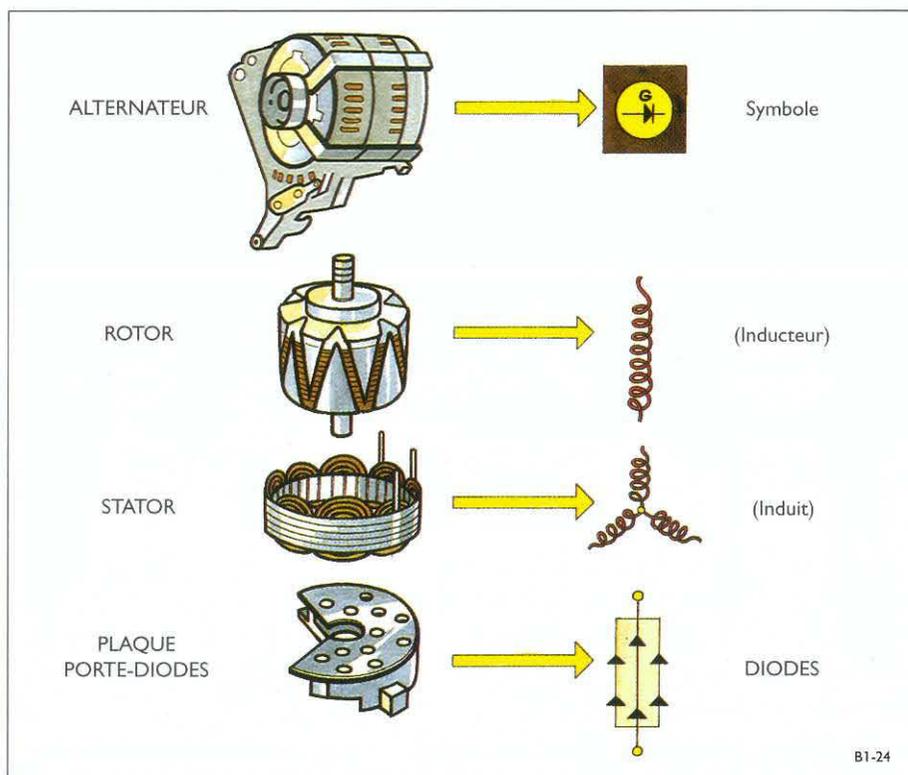
c'est là où se trouvent les bobines d'excitation qui, en recevant du courant de la batterie à travers le régulateur, créent un fort champ magnétique.

**2.** Le groupe INDUIT est situé dans la partie fixe, également appelée stator et c'est là où le courant s'induit.

**3.** Le groupe REDRESSEUR se compose de la plaque des diodes redresseuses, qui seront chargées de transformer le courant alternatif en continu.

### Régulation de la charge

La régulation de la charge sur la



batterie se fait au moyen du contrôle du courant qui excite l'alternateur; c'est-à-dire, en contrôlant le courant que la batterie fournit aux bobines inductrices. Les bobines inductrices se chargent de créer le champ magnétique et elles sont alimentées de l'extérieur à travers le régulateur, qui agit comme un interrupteur électronique sensible à la tension. Quand la tension générée par l'alternateur est très haute, le régulateur limite le courant d'excitation pour que l'alternateur réduise ainsi la tension qu'il génère et n'endommage pas la batterie.

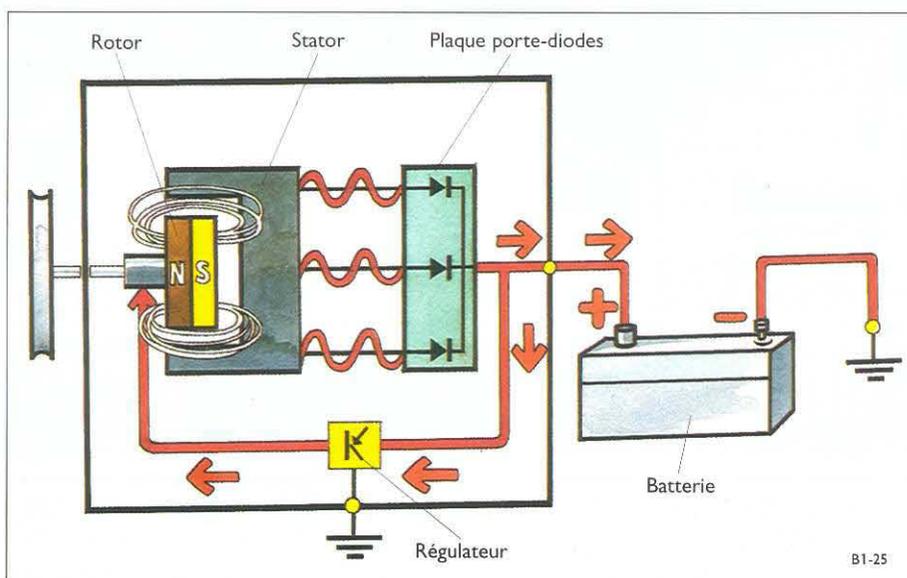
## Fonctionnement du régulateur

Lorsqu'on met le contact, le courant de la batterie s'applique directement

au rotor (bobines inductrices d'excitation), à travers un contact interne du régulateur.

Le cycle de fonctionnement commence lorsque l'alternateur en tournant commence à créer du courant dans les bobines du stator; courant qui augmente progressivement à mesure que le régime de vitesse augmente. Quand la tension de régulation est atteinte (entre 13,3 et 14,4 V), le courant d'excitation s'interrompt et le champ inducteur disparaît rapidement, ce qui fait immédiatement cesser le courant de charge.

Le cycle de travail se répète plusieurs fois par seconde, le régulateur agit comme un interrupteur qui ouvre et ferme très rapidement le circuit d'excitation.

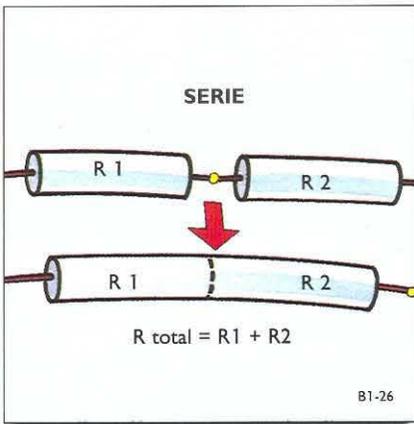


### Fonctionnement du régulateur

Le régulateur contrôle le courant d'alimentation des bobines d'induction, situées dans le rotor, en fonction de l'état de la batterie.

*“Les éléments consommateurs qui sont connectés à un circuit électrique, tels que lampes, moteurs, résistance, etc. peuvent s'accoupler de deux façons: en série et en parallèle; chaque disposition offre des caractéristiques électriques différentes.”*

## CIRCUITS EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE

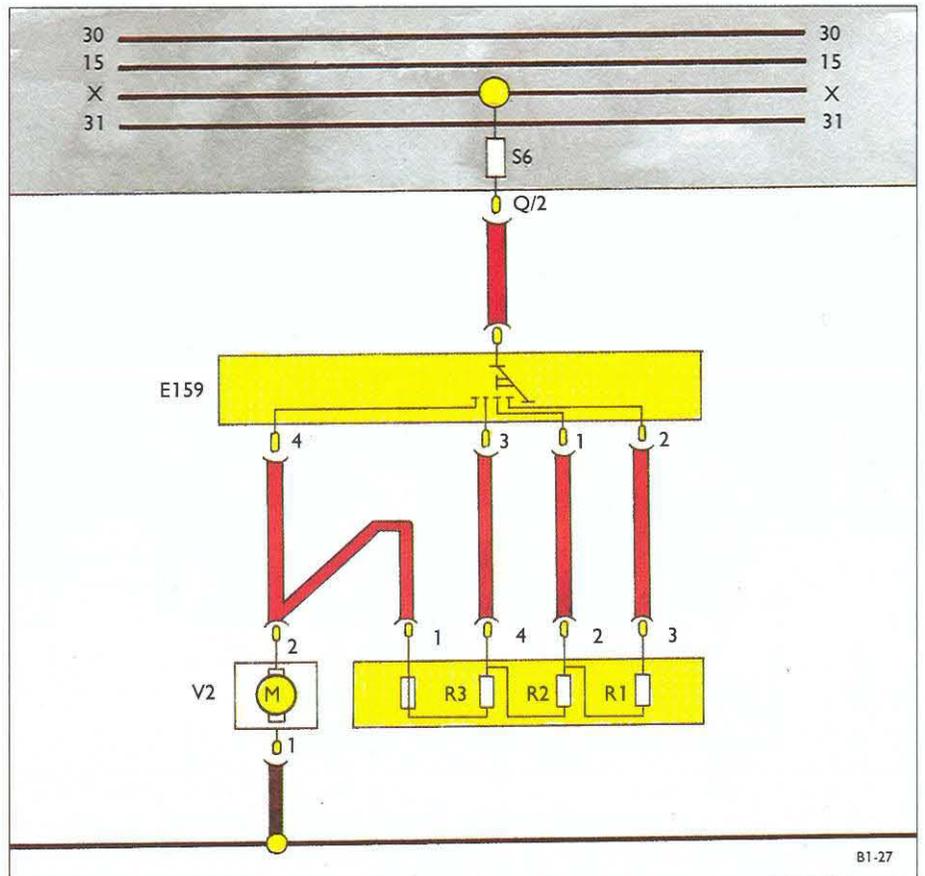


### Circuit en série

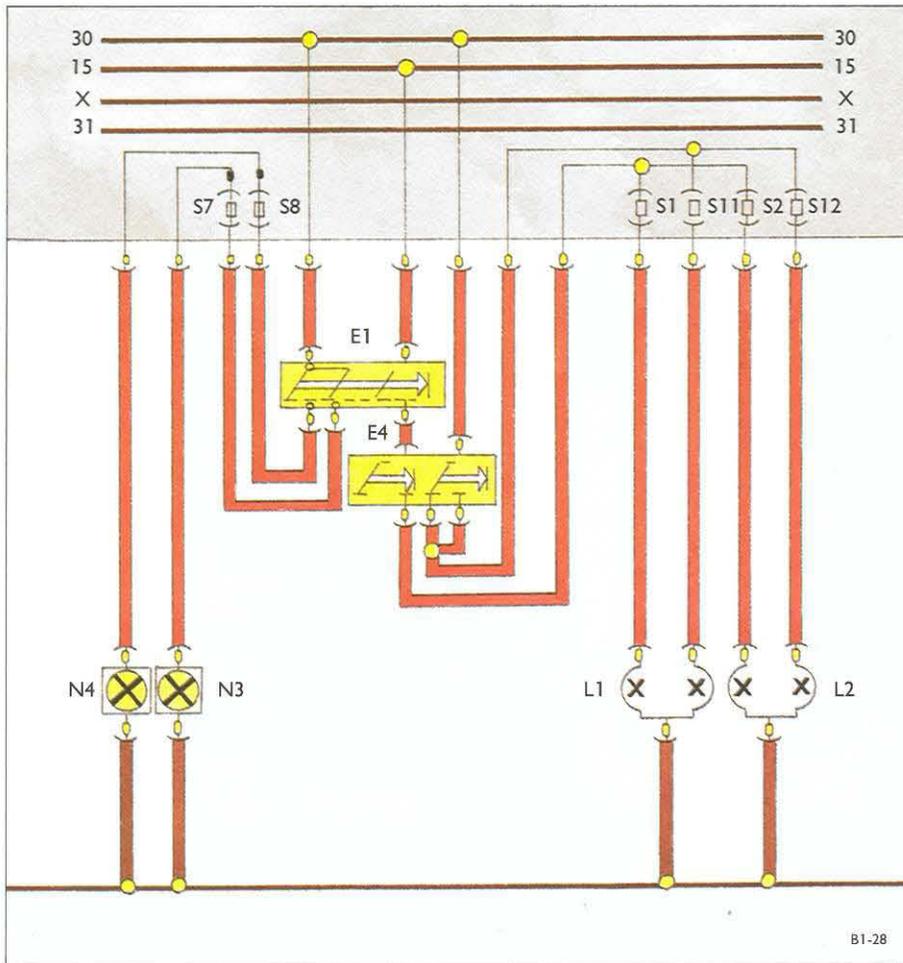
Le montage en série est utilisé quand il faut “réguler” ou limiter le courant dans un circuit. En intercalant entre l’élément consommateur, une ou plusieurs résistances, on arrive à “freiner” le passage du courant, puisqu’une chute de tension se produisant, celle qui arrive à l’élément se réduit.

Le schéma suivant donne un exemple de circuit en série; il s’agit du système de contrôle de vitesse (4 vitesses) du ventilateur d’air

ambient: le ventilateur (V2) reçoit le courant d’alimentation à travers le commutateur (E159). Dans la première position (vitesse lente), trois résistances sont intercalées en série avec le moteur; à chaque nouvelle position du commutateur, les résistances intercalées se réduisent et en position de vitesse maximum, le moteur reçoit directement le courant. On règle ainsi la vitesse de rotation du ventilateur, en contrôlant le courant d’alimentation.



**Schéma du circuit du ventilateur de l’air:**  
**V2:** Ventilateur.  
**E159:** Commutateur.  
**R1-R2-R3:** Résistances.



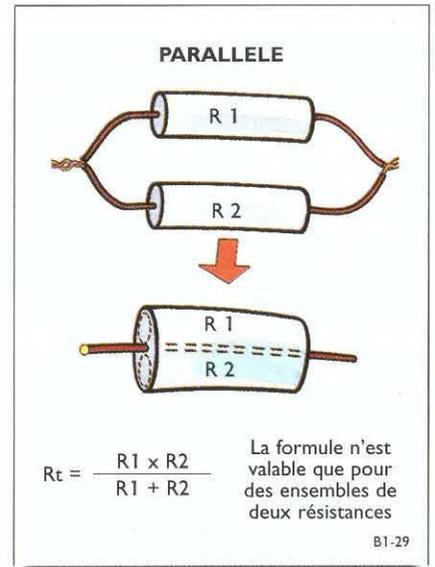
B1-28

## Circuit en parallèle

Le montage en parallèle est celui qui est le plus souvent utilisé, puisqu'il s'emploie quand il convient d'appliquer toute la tension de la batterie directement sur l'élément consommateur. C'est le cas de la plupart des circuits du réseau électrique de l'automobile: phares, feu de position, clignotants, essuie-glace, lève-glace, etc. presque tous les dispositifs électriques de

l'automobile sont connectés en parallèle.

L'exemple suivant présente le schéma de circuits de courant des feux de position et des phares. Les ampoules connectées en parallèle reçoivent le courant de la ligne directe de la batterie (30) à travers le commutateur de feux (E1), lequel contrôle les feux de position et le commutateur (E4) qui gouverne les phares.



**Schéma du circuit des feux:**

**E1:** Commutateur général des feux.

**E4:** Commutateur des phares.

**L1-L2:** Phares.

**N3-N4:** Feux de position.

*“La communication est un concept étendu qui englobe tout système de transfert d’information entre deux points. Les ondes électromagnétiques constituent un moyen de communication habituel, véritables «autoroutes» par où peuvent circuler d’énormes quantités d’information.”*

## COMMUNICATION À TRAVERS DES ONDES

### Concepts de radiofréquence

Le nom de radiofréquence définit la transmission et la réception d’information par radio.

Les ondes radio sont générées par un courant alternatif de haute fréquence qui parcourt une antenne; les variations rapides du courant créent des champs électromagnétiques dont la radiation sert à transmettre de l’énergie.

Dans la communication par ondes radio, il faut un émetteur et une antenne qui émettent des ondes dans l’espace; l’émetteur contient la source d’énergie de radiofréquence et l’information que l’on veut transmettre est en surimpression sur les ondes de radiofréquence, tandis que

l’ensemble est irradié par l’antenne. Dans le récepteur, une autre antenne recueille l’énergie irradiée, l’amplifie jusqu’à un niveau utilisable et en extrait l’information en surimpression, en la transformant sous une forme utile comme: son musical, information, etc.

### Emission et réception via radio

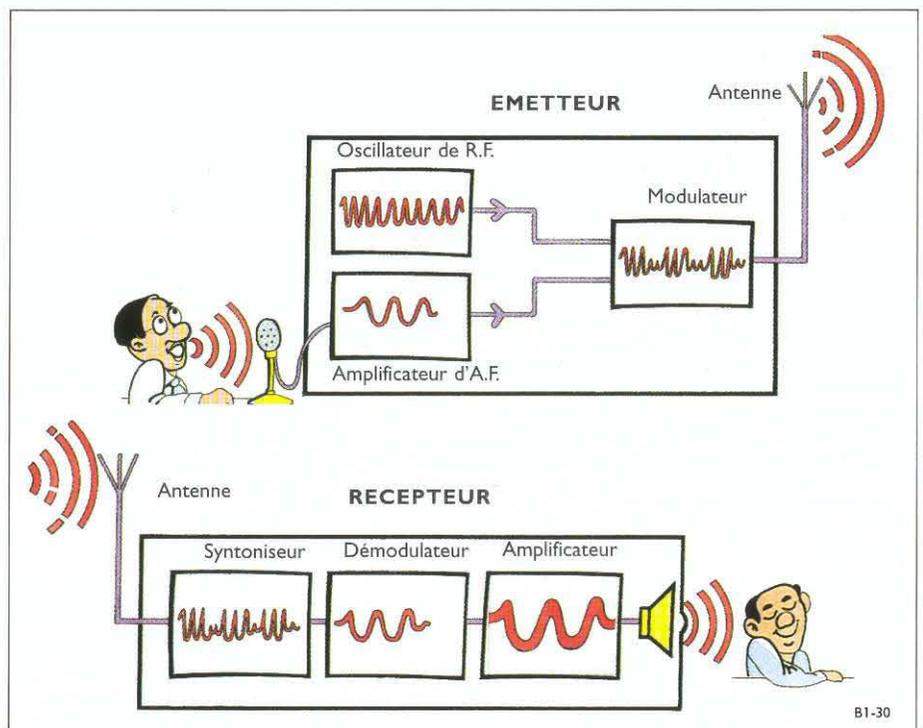
Les systèmes de communication fondés sur la radiofréquence sont utilisés pour transmettre une information via radio, comme dans le cas des équipements d’audio, mais ils sont aussi la base de la télécommande par radiofréquence, capable d’activer le verrouillage centralisé et l’alarme antivol.

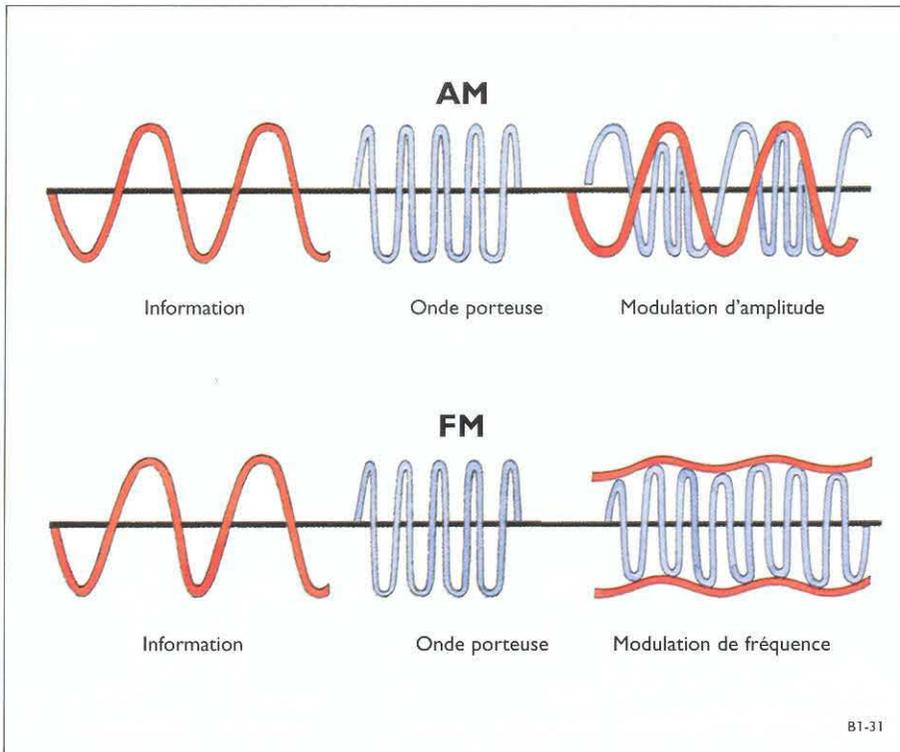
Le récepteur de radio doit recevoir les ondes de radiofréquence et les transformer en son audible, en plus de permettre une syntonisation avec le poste émetteur voulu. Les blocs qui forment un récepteur de radio et l’objectif de chacun d’entre eux sont les suivants:

**Antenne:** elle reçoit les différentes ondes porteuses qu’il peut y avoir dans l’air.

**Circuit de syntonisation:** il sélectionne la fréquence à travers laquelle transmet le poste émetteur que l’on veut entendre et la méthode d’interprétation (si c’est en AM ou en FM).

**Amplificateur:** il amplifie et filtre le signal contenu dans l’onde porteuse jusqu’à des limites d’une audition de qualité.





Forme sous laquelle l'information est transmise, en AM ou en FM.

### Equipements d'audio

L'émetteur génère le courant de haute fréquence, appelée onde porteuse, qui s'applique à l'antenne. L'information utile en surimpression sur l'onde porteuse, peut "voyager" de deux façons: en AM ou en FM.

La méthode d'AM (modulation d'amplitude), utilisée avec succès depuis le début de la radio, s'emploie pour moduler l'amplitude de l'onde porteuse.

L'information contenue dans l'onde porteuse "voyage" en modulant l'amplitude de l'onde.

Le principal inconvénient de l'AM est sa sensibilité aux décharges statiques de l'atmosphère et les interférences que

cela implique, produisant ainsi un bruit considérable dans le récepteur.

Dans la transmission par FM (modulation de fréquence) d'une apparition plus récente, on module la fréquence de l'onde porteuse, ce qui permet de réduire les interférences et d'augmenter la qualité de la réception, bien que sa portée soit moindre que celle de l'AM.

### Télécommande par radiofréquence

L'émetteur génère et irradie une onde porteuse dans l'air. Le code et l'information se trouvent sous forme de fréquence superposée à la fréquence de

## EN PROFONDEUR

Le terme longueur d'onde s'emploie quand on parle d'ondes transmises par l'air, comme par ex. les ondes de radio ou de télévision et qui ont une fréquence très élevée. Il est alors plus facile de les définir par leur longueur, qui est la distance (généralement exprimée en mètres) que parcourt un cycle complet de l'onde dans l'espace. Par exemple: une longueur d'onde de 1 mètre signifie que l'onde parcourt dans l'espace un mètre d'une crête à l'autre, ce qui donne une idée de sa vitesse ou fréquence. Plus la fréquence est grande, plus la longueur d'onde sera courte.

### Spectre électromagnétique

Tous les corps émettent une radiation et le type de radiation qu'ils émettent dépend de l'énergie que chaque corps possède: le soleil émet avec une énergie différente de celle que peut émettre une lampe, bien que la nature de celle-ci soit la même. La lumière est une onde électromagnétique comme les ondes de radio. Toutes les différentes ondes se trouvent groupées sur un spectre qui contient toute la gamme de variation, depuis la lumière visible jusqu'à celle qui ne l'est pas, comme: infrarouges, ultraviolets ou rayons aussi énergétiques et dangereux que les rayons gamma, les rayons X ou les microondes. Dans des systèmes de communication, de navigation ou d'émission de télévision, on travaille avec des fréquences comprises entre 300 MHz et 3000 MHz, ce qui exprimé en longueur d'onde se situe entre 1 m et 0,1 m.

l'onde porteuse avec l'ordre que l'on veut transmettre.

Le récepteur reçoit ce code et le compare avec celui qui est contenu dans son programme. S'il est correct, il active la fonction qui a été ordonnée (activation ou désactivation de la fermeture).

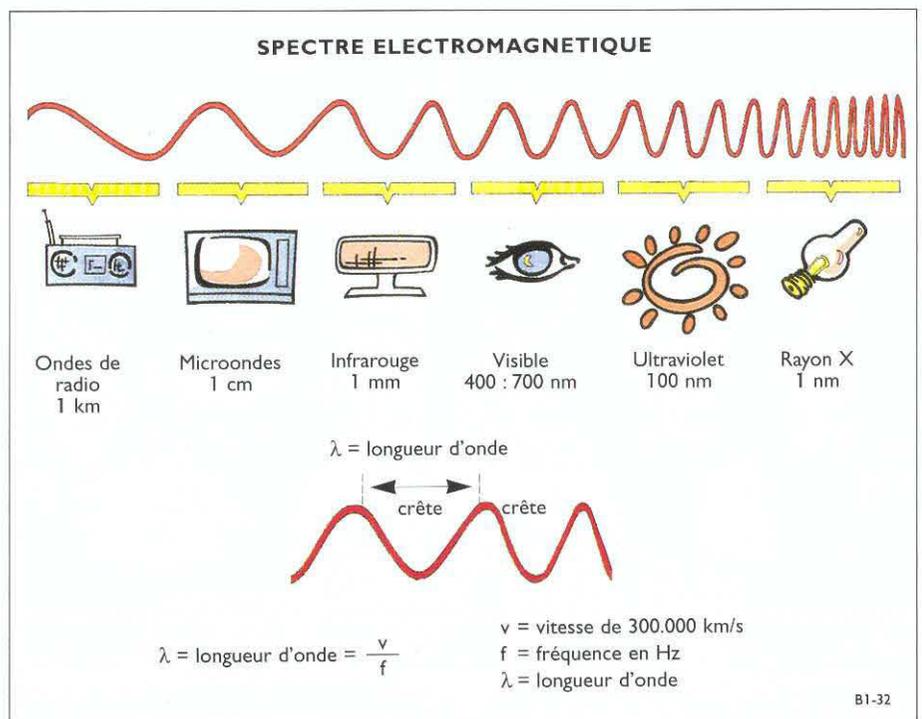
Chaque fois qu'ils sont activés, le récepteur et l'émetteur changent respectivement leurs valeurs de codification, selon un programme préétabli, ce qui évite que quelqu'un découvrant le code grâce à un équipement adéquat, puisse l'utiliser, puisque le code découvert ne sert à rien, le prochain code qui sera transmis sera en effet totalement différent de celui qui a été découvert.

## Emission et réception par infrarouges

La radiation infrarouge est une forme d'énergie électromagnétique et au plan physique, elle est de la même nature que la radiation visible (la lumière), bien que son interaction avec la matière soit différente. La longueur d'onde se trouve dans la région du spectre électromagnétique située après la lumière visible de couleur rouge (entre 750 nm et 1000 nm) et elle s'étend jusqu'à la zone des microondes.

### Emission d'infrarouges

L'émission d'infrarouges est produite par tous les corps, en particulier par les points



chauds, puisqu'ils émettent une plus grande quantité de rayons infrarouges (flammes, appareils de chauffage, etc.) et ceux-ci peuvent être détectés par des caméras spéciales pour infrarouges. Une lampe incandescente émet des rayons lumineux et aussi des rayons infrarouges, invisibles pour l'oeil humain. Les infrarouges trouvent une application dans divers secteurs de la technique, puisqu'ils sont utilisés pour mesurer la température: par émission ou par absorption de rayons; pour mesurer des distances; pour photographier des corps (thermographie) par la température qu'ils dégagent.

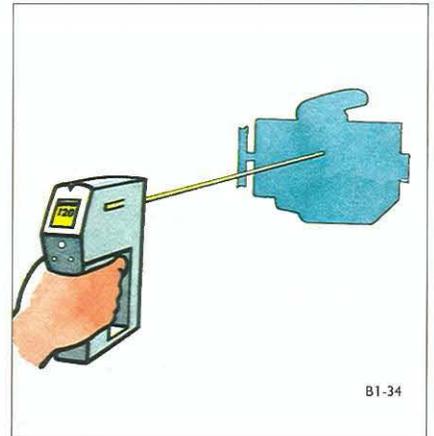
### Télécommande par infrarouges

Pour l'émission télécontrôlée d'infrarouges, on utilise des diodes LED spéciales d'arsenic et de gallium qui produisent, lorsqu'elles sont traversées par un courant, une radiation dans le spectre infrarouge (invisible) d'une

longueur de 900 nm, qui peut être modulée en fréquence.

C'est le principe du fonctionnement de la commande à distance par infrarouges (télécommande) qui est utilisée dans les verrouillages centralisés ou l'activation des alarmes antivol.

Le transmetteur émet un faisceau d'infrarouges avec une fréquence déterminée, sur laquelle se superpose une fréquence (le code) qui module l'onde porteuse, de telle sorte que le récepteur détecte le faisceau et extrait de l'onde porteuse la fréquence superposée (il décode) et la compare avec la fréquence pour laquelle il a été programmé et si celle-ci coïncide, il actionne le circuit d'ouverture ou de fermeture. Une seule télécommande peut transmettre plusieurs codes.



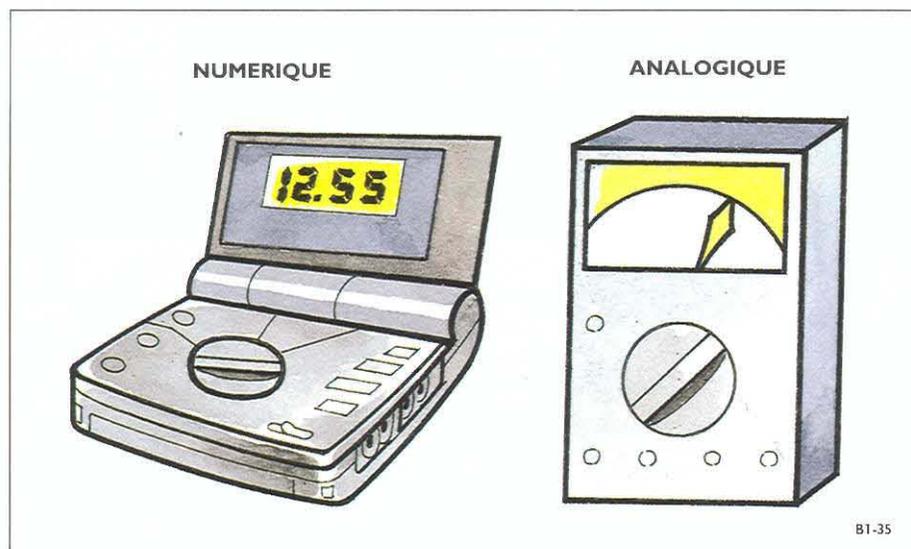
Les rayons infrarouges sont utilisés pour mesurer une température à distance.



Les rayons infrarouges servent à transmettre un code invisible à un récepteur pour que celui-ci puisse actionner un dispositif.

*“Pour mesurer les différentes unités électriques, plusieurs instruments de mesure sont nécessaires, comme l’ampèremètre pour les mesures d’intensité; le voltmètre pour la tension ou voltage et l’ohmmètre pour des valeurs de résistance. Il existe un instrument de mesure, le multimètre, qui réunit en un seul appareil les différentes fonctions de mesure.”*

## MESURES ELECTRIQUES AVEC MULTIMETRE



### Analogiques et numériques

On peut classer les multimètres selon deux types principaux: les classiques, analogiques à aiguille et ceux qu'on appelle numériques, avec indication numérique, dans lesquels les valeurs de mesure figurent en nombres entiers, séparés par un point en cas de décimales.

Les instruments analogiques expriment les tensions qu'ils mesurent comme une réponse proportionnelle ou "analogique" à leur valeur; on pourrait donner comme exemple celui d'un multimètre à aiguille dans lequel le déplacement de l'aiguille est proportionnel à la grandeur mesurée. Les instruments numériques prennent des échantillons périodiques de la grandeur qu'ils mesurent et les convertissent en nombres binaires

(uns et zéros), pouvant représenter des valeurs échelonnées de tension; les nombres binaires sont ensuite "traduits" en chiffres qui apparaissent sur un écran, en montrant ainsi la grandeur de la mesure.

Dans les multimètres analogiques, la lecture de la mesure s'effectue par estimation, puisque l'utilisateur doit apprécier la situation de l'aiguille et déterminer quelle est la mesure réalisée. Il faut donc une certaine expérience dans l'utilisation du multimètre analogique, parce que si l'estimation n'est pas exacte, il est facile de se tromper dans la lecture. Avec le multimètre numérique, la possibilité d'une lecture erronée est plus réduite qu'avec l'analogique, parce que la valeur apparaît sous forme de valeur numérique, sans que l'angle de vision puisse influencer sur

celle-ci ni la précision de l'échelle. Certains types de multimètres peuvent réaliser d'autres mesures additionnelles, plus spécifiques de l'électronique industrielle comme: essai de diodes, capacité de condensateurs ou le facteur "béta" d'un transistor. Les multimètres conçus pour le service de réparation des automobiles comprennent d'autres fonctions plus spécialisées, telles qu'un indicateur de tours, un mesureur d'angles de fermeture (dwell), une mesure du temps d'injection, etc.

### Lectures faites avec le multimètre

Le multimètre numérique permet de mesurer facilement les grandeurs électriques d'un circuit; cependant, selon le type de grandeurs à mesurer,

il faut disposer d'une certaine connexion sur le circuit.

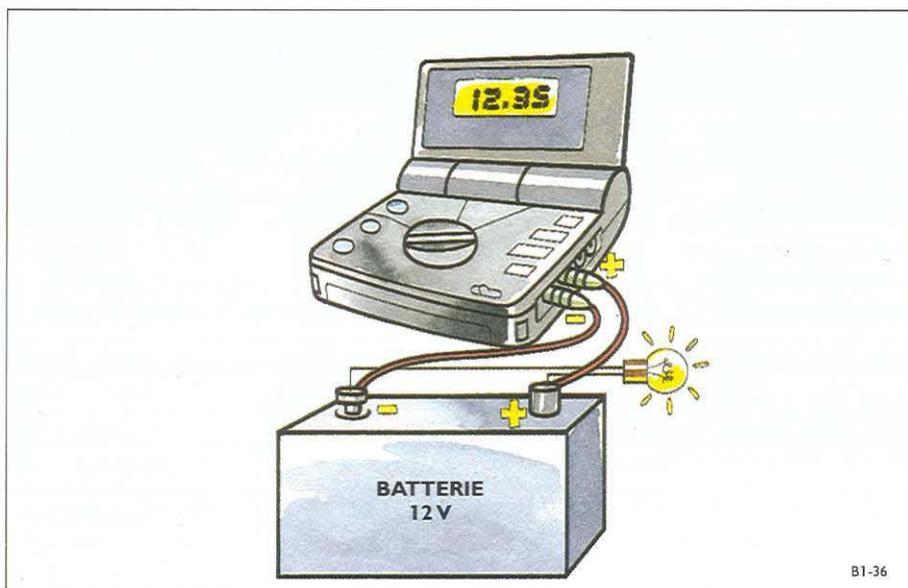
### Mesure de tension (volts)

Comme la tension est équivalente à la différence de hauteur des réservoirs (se rappeler la comparaison hydraulique), pour mesurer la tension existant dans un circuit, il faut mesurer aux extrémités (bornes) où cette différence de tension est située. Pour connaître les volts qu'une lampe reçoit, la mesure doit s'effectuer en connectant le multimètre en parallèle avec la source qui fournit la tension: la batterie ou sur l'élément consommateur qui reçoit la tension, à savoir, aux bornes de la lampe.

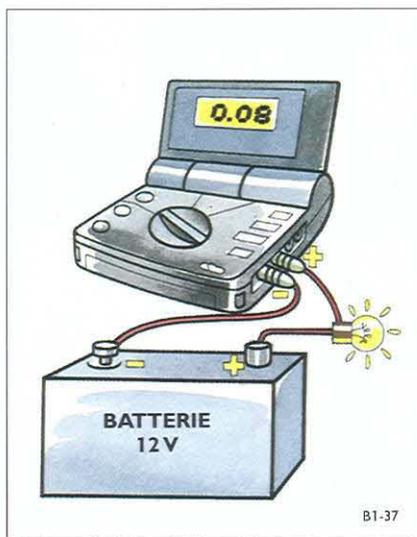
## EN PROFONDEUR

### Résolution et nombre de chiffres

La résolution indique le nombre maximum de chiffres dont dispose le multimètre, plus le nombre de chiffres sera grand, meilleure précision de lecture on obtiendra. Si, par exemple, le multimètre dispose de deux chiffres et que l'on veuille mesurer la tension d'une batterie de 12V, la lecture sera seulement de deux chiffres; on obtiendra uniquement un nombre entier, sans décimales. Mais si le multimètre dispose de trois chiffres, il est alors possible de lire une décimale, par exemple, 12,5V. La résolution d'un multimètre est déterminée par le nombre de chiffres dont il dispose et par l'échelle sélectionnée. Un multimètre assez courant et à même d'effectuer des mesures dans l'automobile, doit disposer au moins de 3 chiffres 1/2.



Connexion pour mesurer la tension.



B1-37

## Mesure de courant (ampères)

Comme le dit la définition, l'ampère est la quantité de courant qui circule dans un conducteur; dans la comparaison hydraulique, les ampères représentent le débit qui s'écoule dans la tuyauterie.

Pour mesurer le courant (les ampères), le multimètre doit être intercalé en série, de telle sorte que le courant qui traverse le

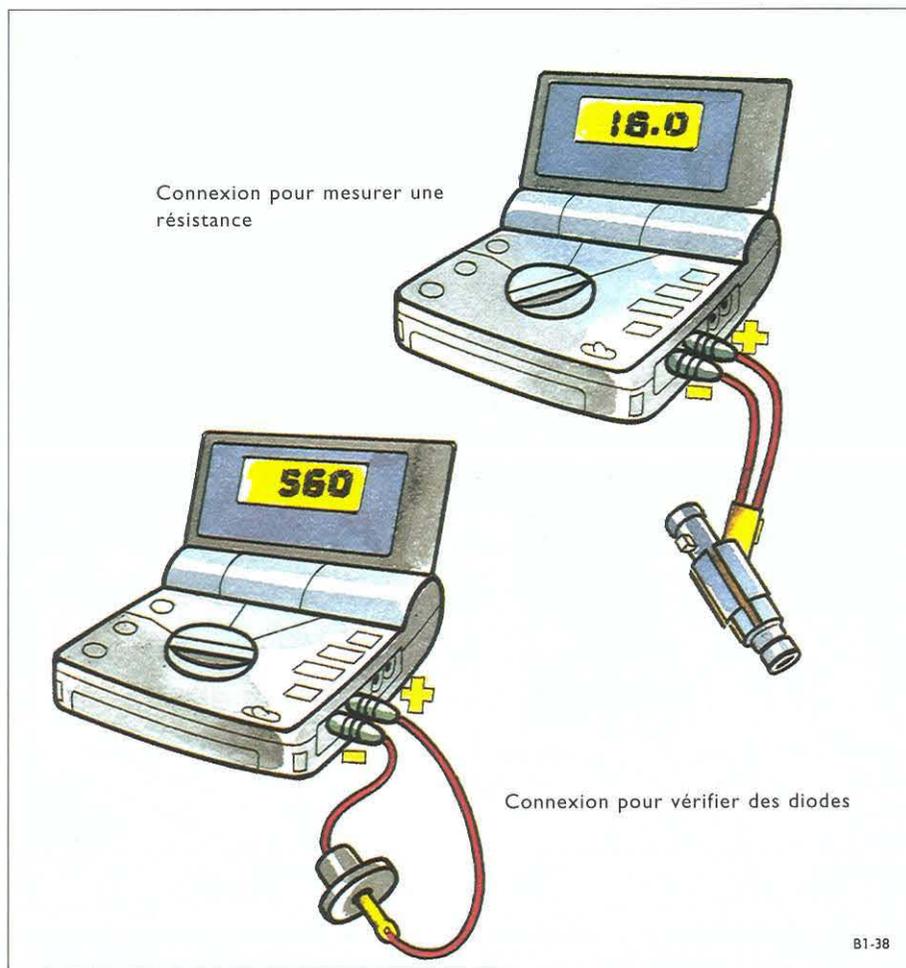
circuit traverse aussi l'appareil de mesure.

## Mesure de résistance (ohms)

Lorsqu'on fait des mesures de résistance, il faut mesurer la valeur de résistance sur le composant ou l'élément de façon individuelle, sans qu'il y ait aucune connexion avec tout autre circuit, sinon le multimètre pourrait mesurer la résistance du reste du

### Important!

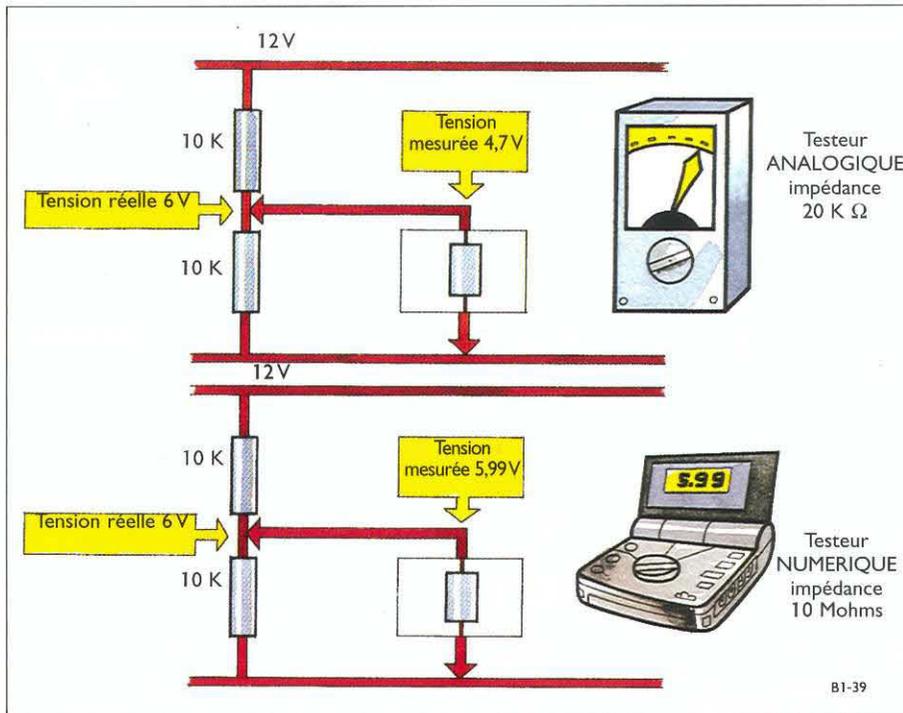
Si par accident, on place le multimètre en mesure de courant (ampères) et que l'on essaie de mesurer des tensions (volts), il se produit un court-circuit, parce que tout le courant de la source traversera le multimètre. Avec un peu de chance, seul le fusible de protection sera fondu, sinon le multimètre peut être gravement endommagé.



Connexion pour mesurer une résistance

Connexion pour vérifier des diodes

B1-38



## EN PROFONDEUR

### Impédance et résolution

La caractéristique qui rend le multimètre numérique plus précis que celui de type analogique est que le premier possède une grande impédance d'entrée (résistance interne) et qu'il fournit aussi une meilleure résolution. Tous les instruments de mesure, quand ils fonctionnent, consomment une partie de l'énergie du circuit à partir duquel la mesure est effectuée. On entend par impédance l'opposition ou la résistance interne que l'appareil de mesure oppose au passage du courant que l'on mesure; par conséquent, plus l'impédance de l'appareil sera grande, moins il consommera de courant du circuit d'essai et meilleure sera la précision dans la lecture.

Plus un multimètre possède d'impédance, plus il sera précis dans la lecture, parce qu'il consomme très peu de courant du circuit.

circuit et la lecture serait erronée. Il faut aussi éviter que le point ou élément à mesurer soit sous tension, dans le cas contraire, le multimètre pourrait être endommagé. Un multimètre analogique (avec faible impédance, à peine 20 Kohms par volt) a besoin pour déplacer l'aiguille de consommer une certaine quantité de courant. Si dans le circuit que l'on veut mesurer, il en passe très peu, il est probable que le multimètre consomme une partie de ce courant et l'indication donnée sera donc inférieure à celle qui existe réellement.

Supposons que l'on mesure la tension aux bornes d'une résistance, en

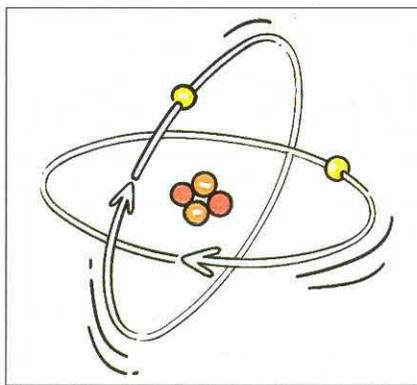
plaçant le multimètre en parallèle. Si l'impédance (résistance) de l'appareil est très faible, la résistance totale du circuit que l'on mesure aussi sera basse (parce qu'il y a deux résistances connectées en parallèle), la chute de tension que ces deux résistances provoquent ne sera pas comparable à la chute provoquée par la résistance initiale du circuit.

Au contraire, si l'impédance (résistance) du multimètre est très haute (plusieurs Mégaohms, dans le cas du multimètre numérique), la consommation du multimètre pour la réalisation de la mesure est insignifiante, la valeur de mesure sera donc plus proche de la valeur réelle.

## EXERCICES D'AUTOÉVALUATION

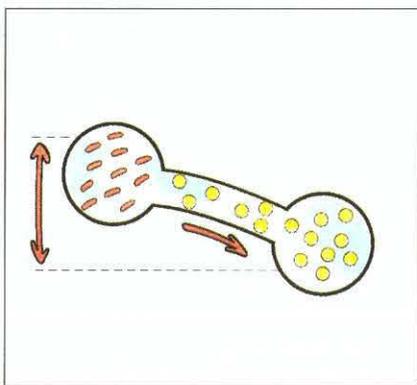
Les exercices suivants servent de test d'autoévaluation pour vous permettre de connaître votre degré de compréhension du présent cahier didactique.

Il y a des questions du type TEST qui offrent deux ou trois réponses et une seule est correcte; d'autres types de questions exigent de faire certains calculs pour pouvoir choisir la bonne réponse.



1. La particule avec charge négative de l'atome s'appelle:

- A. PROTON.
- B. NEUTRON.
- C. ELECTRON.



2. Si un atome possède plus d'électrons que de protons, il est chargé...

- A. NEGATIVEMENT.
- B. POSITIVEMENT.

3. Pour que du courant électrique passe dans un conducteur, il faut qu'aux bornes de celui-ci, il y ait...

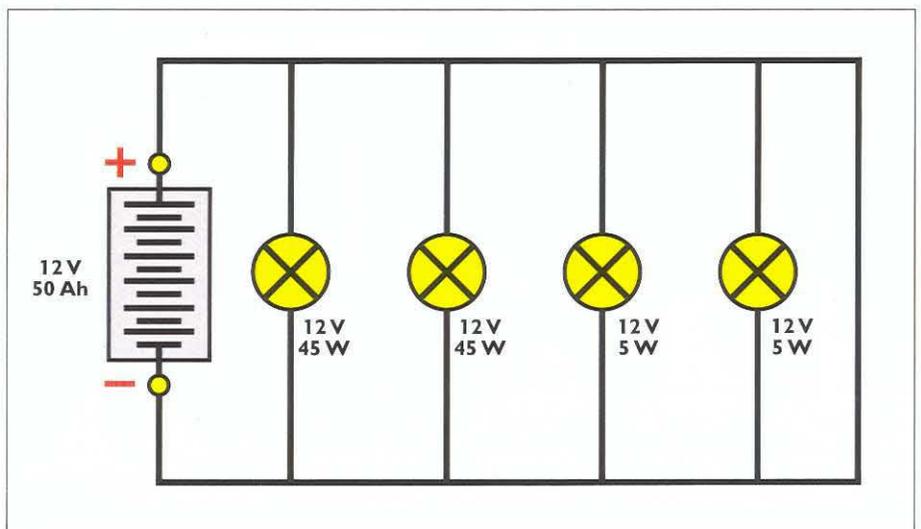
- A. TENSION.
- B. RESISTANCE.
- C. INTENSITE.

4. L'unité du courant électrique c'est...

- A. LE VOLT.
- B. L'AMPERE.
- C. L'OHM.

5. Calculer l'autonomie d'une batterie de 50 Ah qui alimente les codes (12 V-45 W) et les feux de position arrière (12 V-5 W). Pendant combien de temps la batterie pourrait-elle fournir du courant (L'autonomie c'est le rapport entre la capacité totale en heures et la consommation en heures.)

- A. 6 heures.
- B. 9 heures.
- C. 5 heures.



6. Quand on parle de valeur de tension efficace ou valeur de tension RMS, cela veut dire que...

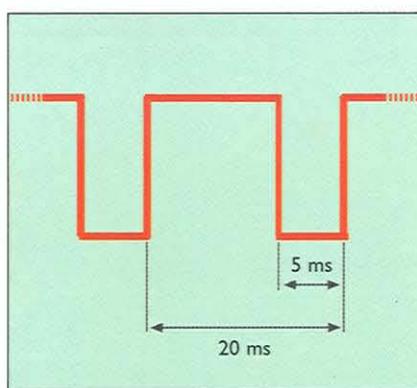
- A. C'est la tension moyenne du courant alternatif, mesurée entre pics.
- B. C'est la même valeur de tension équivalente en courant continu qu'en courant alternatif.
- C. C'est la tension maximum appliquée à une résistance pour qu'elle consomme un watt.

7. Quelle fréquence d'impulsions reçoit l'actionneur du ralenti si la période est de 10 ms (0,01 s)?

A. 100 Hz.

B. 50 Hz.

C. 1000 Hz.



8. Quel rapport de cycle (DWEIL) applique-t-on à une électrovanne, si la période de l'impulsion est de 20 ms et le temps d'activation de 5 ms?

A. 15 %.

B. 5 %.

C. 25 %.

9. Comment deux batteries doivent-elles être connectées pour doubler leur capacité et disposer de la même tension?

A. EN SERIE.

B. EN PARALLELE.

10. Pour augmenter et renforcer le champ magnétique créé par la bobine:

A. On augmente le diamètre des spires.

B. On applique du courant alternatif de haute fréquence.

C. On l'enroule autour d'un noyau en fer doux.

11. La tension induite dans le secondaire d'un transformateur d'allumage dépend essentiellement:

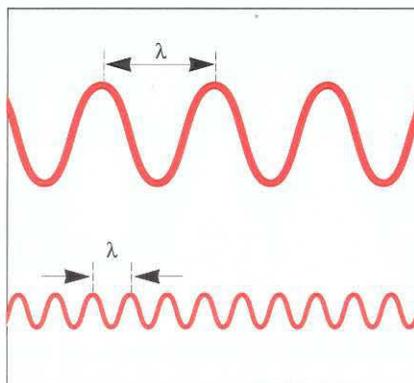
- A. Du rapport dans le nombre de spires entre le primaire et le secondaire.
- B. De l'intensité de courant atteinte en circulant dans le primaire au moment de l'interruption.
- C. Des deux réponses.

12. Dans un alternateur, les bobines inductrices sont alimentées à travers le régulateur, qui agit comme un interrupteur électronique sensible à l'intensité.

- A. VRAI
- B. FAUX.

13. Une onde avec une longueur d'onde de 1 mm est d'une plus haute fréquence qu'une autre avec 1 cm de longueur d'onde.

- A. VRAI.
- B. FAUX.



SOLUTIONS:

1: C - 2: A - 3: A - 4: B - 5: A - 6: B - 7: A - 8: C - 9: B - 10: C - 11: C - 12: B - 13: A



## SERVICE AU CLIENT Organisation du Service

Etat technique 03.96. Du au développement et améliorations permanents de nos produits,  
les données figurant dans le présent état peuvent être objet d'éventuelles modifications.  
L'emploi du présent état est destiné exclusivement à l'organisation commerciale SEAT.  
ZSA 43807979001 FRA01CB MAI '97 90-01