



**SPÉCIALISTE DES SYSTÈMES
ÉLECTRIQUES DE CARROSSERIE**

**DIAGNOSTIC ET RÉPARATION DES
CIRCUITS ÉLECTRIQUES – MODULE 2**

NUMÉRO DU COURS : BE002-02



RÉSEAU CARS

Étant donné le grand nombre de marques et de modèles d'automobiles, les renseignements fournis durant ce cours seront de nature générale et ne devront pas être interprétés comme portant sur un véhicule ou un appareil en particulier. Veuillez consulter les spécifications des fabricants afin de vous procurer les procédures exactes de réparation pour tout véhicule sur lequel vous serez appelé à travailler dans le futur. Ce guide n'a été conçu qu'à titre de référence générale.

Si vous avez des questions à poser à l'instructeur, veuillez nous contacter à :

7adire@cars-council.ca

Aucune partie de ce document ne peut être reproduite, mise en mémoire dans quelque système d'extraction que ce soit ou transmise de quelque façon ou par quelque moyen que ce soit (y compris, sans s'y limiter, par voie électronique, mécanique, photocopie et enregistrement) sans la permission écrite au préalable du réseau CARS. Cela s'applique à l'ensemble des textes, des illustrations, des tableaux et des diagrammes.

Tous droits réservés © 2010 Réseau CARS

Introduction

OBJECTIFS

Les participants et participantes qui auront réussi cette partie du programme :

- Comprendront les fonctions avancées des multimètres numériques et des oscilloscopes;
- Sauront comment régler les appareils pour mieux voir les valeurs affichées;
- Pourront vérifier le degré de précision de l'appareil;
- Sauront comment utiliser les divers accessoires des appareils de mesure.

JUSTIFICATION

Dans le cadre de ce cours, le technicien apprendra comment utiliser efficacement le multimètre et l'oscilloscope numériques pour diagnostiquer avec précision les systèmes électriques complexes qui se trouvent dans les automobiles d'aujourd'hui. Un technicien qui comprend bien le fonctionnement de ces appareils obtiendra plus rapidement les réponses qu'il cherche et sera plus efficace au moment de diagnostiquer les problèmes, y compris les problèmes intermittents.

Introduction

Au fil des ans, il est devenu de plus en plus important pour un technicien de pouvoir effectuer des diagnostics avec une grande précision et une grande rapidité. Dans le passé, les techniciens pouvaient très bien faire leur travail au moyen d'une simple lampe témoin et d'un multimètre analogique. Aujourd'hui, la plupart des techniciens disposent d'une lampe témoin, d'un multimètre numérique, d'un scanneur, et parfois même d'un oscilloscope numérique à mémoire. Chacun de ces outils de pointe offre des avantages particuliers; un technicien qui sait s'en servir et qui comprend bien leurs diverses fonctions augmentera considérablement la rapidité et la précision de ses diagnostics.



Testeurs typiques

Lampe témoin

L'intensité de la lumière qui se dégage de la lampe témoin fournit une indication de la tension dans un circuit. Cela dit, les systèmes informatisés modernes sont très complexes et la lampe témoin ne suffit pas toujours et risque même parfois d'endommager les circuits électriques d'une automobile.



Lampe témoin

Multimètre numérique (contrôleur universel numérique)

Pourquoi se servir d'un multimètre numérique ?

- La lampe témoin ne convient pas toujours
- Le multimètre donne une indication de ce qui se passe dans le circuit
- Le multimètre fournit un relevé précis sans risque de dommages aux appareils électroniques

Avantages des multimètres numériques

- **Précision** : Le multimètre numérique est infiniment plus précis que le multimètre analogique ou la lampe témoin. La plupart des modèles peuvent lire des valeurs de l'ordre de 0 à 1000 volts. Certains peuvent même relever des tensions de l'ordre d'un millième de volt. Les fonctions spéciales de cet appareil permettent aussi d'obtenir le minimum, le maximum et la moyenne d'une mesure qui fluctue.
- **Polyvalence** : En réalité, le multimètre numérique contient un amalgame d'outils dans un même boîtier. Étant donné que les automobiles comportent de plus en plus de composants électroniques, l'usage du multimètre devient de plus en plus répandu. Cet outil permet les mesures de valeurs et les tests suivants :

1. Tension
2. Intensité
3. Résistance
4. Continuité
5. Se servir de la conductance pour vérifier la présence de résistances élevées ou de fuites
6. Résistance de bruit
7. Capacité
8. Vérification des diodes
9. Enregistrement de la valeur minimum/maximum
10. Fréquence
11. Cycle de service
12. Durée d'impulsions



- **Sécurité** : Les lampes témoins et les multimètres analogiques ont besoin de pas mal d'intensité de courant pour fonctionner. Les circuits d'ordinateur sont fragiles et peuvent facilement être endommagés s'ils sont soumis à une trop forte intensité de courant. Les multimètres numériques de qualité ont une résistance interne d'environ 10 mégohms. Compte tenu de cette résistance, la quantité de courant qui circule dans un multimètre est minimale – l'appareil peut donc être utilisé sans crainte pour tester n'importe quel type de circuit.

Les différents types de multimètres numériques et leurs accessoires

- **À sélection de gamme manuelle** : Dans le cas d'un multimètre à sélection de gamme manuelle, le technicien doit sélectionner la gamme de mesures désirée et faire ensuite l'ajustement qui permettra d'obtenir la lecture la plus précise possible.
- **À sélection de gamme automatique** : Dans le cas d'un multimètre à sélection de gamme automatique, le technicien n'a qu'à sélectionner l'échelle et le multimètre se basera sur la lecture initiale pour sélectionner la gamme. L'un des avantages de cet appareil est qu'il nécessite moins de manœuvres.
- **Accessoires** : Plusieurs accessoires peuvent être ajoutés au multimètre numérique pour en faire un outil encore plus utile. La sonde de température permet au technicien de se servir du multimètre numérique pour obtenir des lectures de chaleur de façon rapide et précise. La pince de courant lui permet d'augmenter les capacités du multimètre pour ce qui est de la lecture du courant. Avec une pince à courant inductif, le technicien peut relever des valeurs de l'ordre de 400 ampères, alors que la plupart des multimètres ne peuvent lire qu'un maximum de 20 ampères. Il existe aussi des adaptateurs pour mesurer la pression/vide. Un autre accessoire très utile est le jeu de cordons. Ce jeu de cordons facilite le travail du technicien en offrant par exemple une pointe plus mince, un bec plus long, une pince crocodile et une pince perforatrice d'isolant.



Sonde de pression/vide

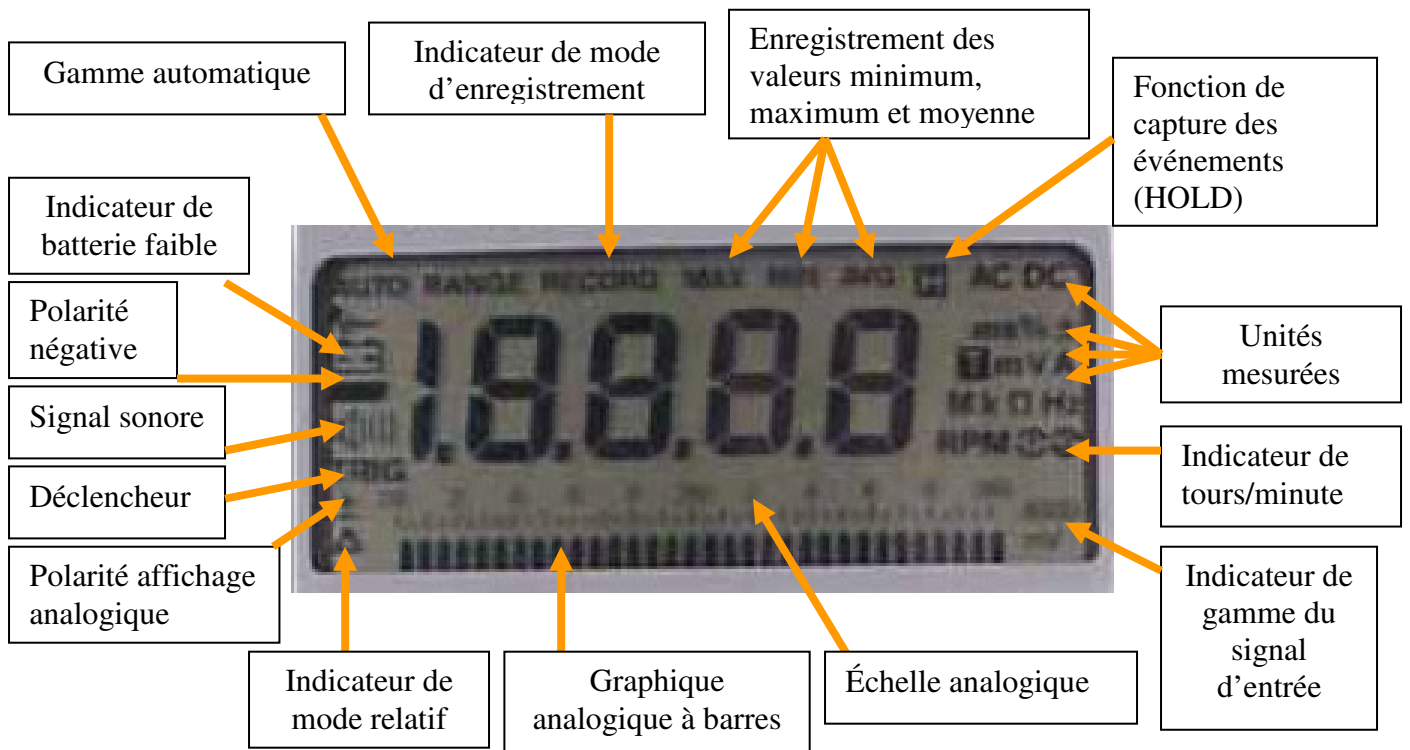


Lampe de courant AC/DC

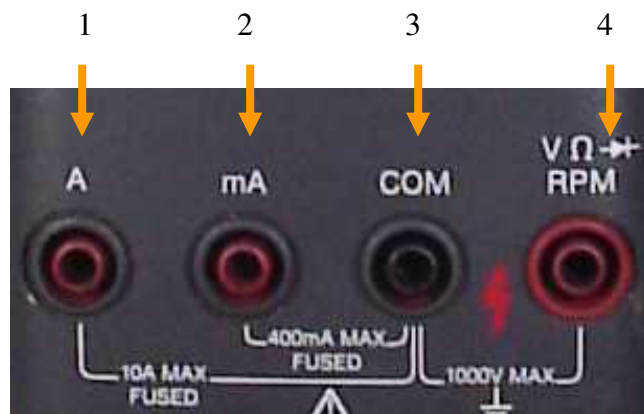


Sonde de température

Affichage numérique et analogique



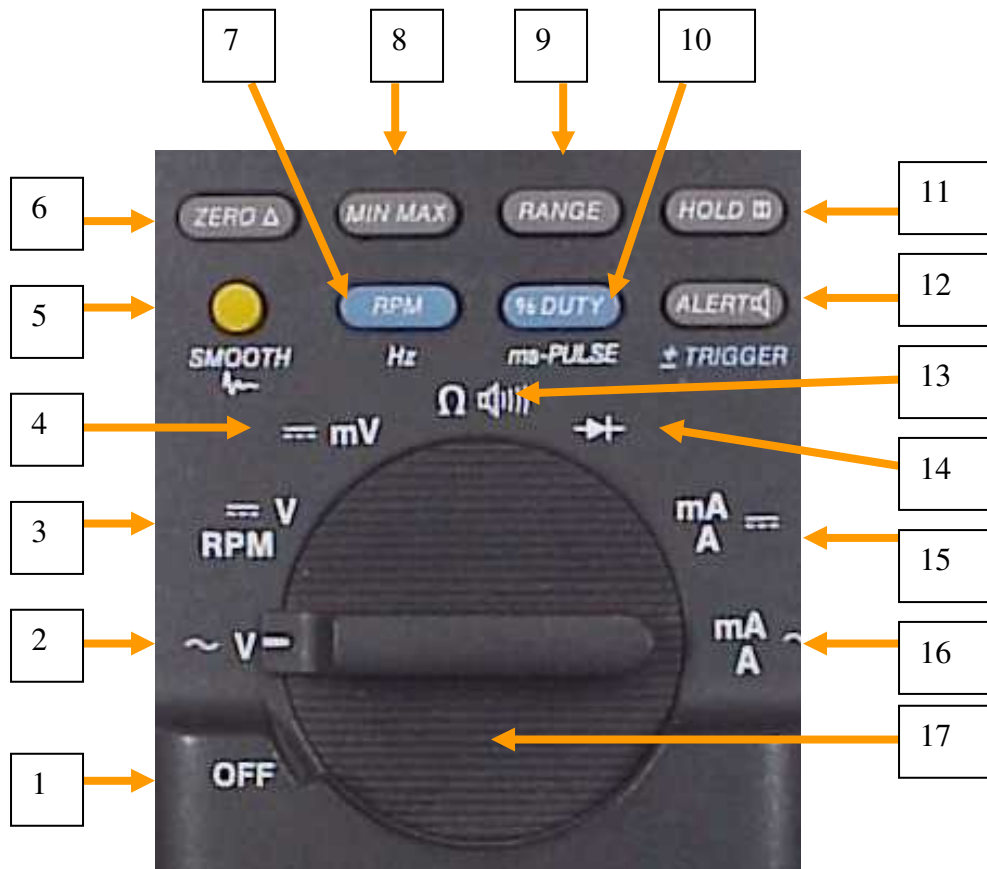
Ports des connecteurs



NOTE : Tous les ports ont un calibre maximum

- Port d'ampères – pour valeurs d'entrée de 10A en continu (20A pour 30 secondes) (à fusible)
- Port de milliampères (1/1000A) – pour valeurs d'entrée jusqu'à 400ma (à fusible)
- Port commun (retour) utilisé pour toutes les mesures
- Port de test pour volts, ohms, diode et tours/minute (1000V)

Sélection de fonction et de gamme



- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. On/Off | 2. Tension |
| 3. Tension DC et RPM | 4. Millivolt D/C |
| 5. Lissage | 6. Zéro |
| 7. RPM/Fréquence | 8. Min/Max |
| 9. Gamme | 10. Rapport cyclique / durée d'impulsions |
| 11. Mémorisation (capture) | 12. Avertisseur sonore |
| 13. Continuité – sonore | 14. Diode |
| 15. Ampérage D/C | 16. Ampérage A/C |
| 17. Cadran de réglage rotatif | |

Mesures relevées par le multimètre

AC	Courant alternatif (<i>en français = CA</i>)
DC	Courant continu (<i>en français = CC</i>)
V	Volts AC et DC
mV	Millivolts (1×10^{-3} volts)
A	Intensité de courant (ampères)
mA	Milliampères (1×10^{-3} ampères)
μ A	Microampères (1×10^{-6} ampères)
nS	Nanosiemens (1×10^{-9} siemens) Conductance (1/ohm)
%	Indicateur de pourcentage (seulement pour les lectures de cycle de service)
Ω	Ohms (résistance)
k Ω	Kilohm (1×10^3 ohms) (résistance)
M Ω	Megohm (1×10^6 ohms) (résistance)
Hz	Hertz (1 cycle/sec) (fréquence)
kHz	Kilohertz (1×10^3 cycles/sec) (fréquence)
μ F	Microfarads (1×10^{-6} Farads) (capacité)
nF	Nanofarads (1×10^{-9} Farads) (capacité)

Mesurer la capacité électrique

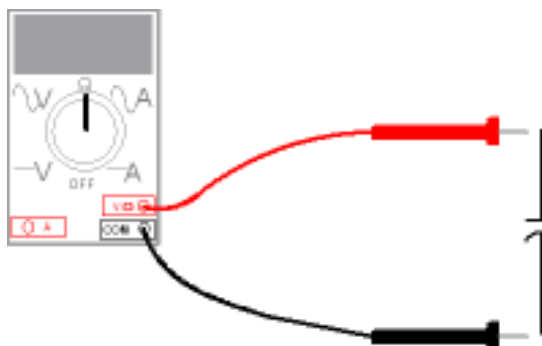
- Les condensateurs sont des composants électriques à usages divers. Un condensateur est capable de stocker des électrons. Cette capacité de stockage est désignée par le terme « capacité » ou « capacité électrique ». L'unité de mesure est le « farad ». Lorsqu'il s'agit de condensateurs d'automobiles, on parle la plupart du temps de « microfarads » (μ F).



Note : Un multimètre ne mesure pas toujours la capacité électrique – avant d'entreprendre un test, vérifiez dans le manuel d'utilisation.

Mise en garde : Coupez le courant et déchargez le condensateur avant de prendre une mesure de capacité électrique. Utilisez la fonction DCV pour vous assurer que le condensateur est déchargé.

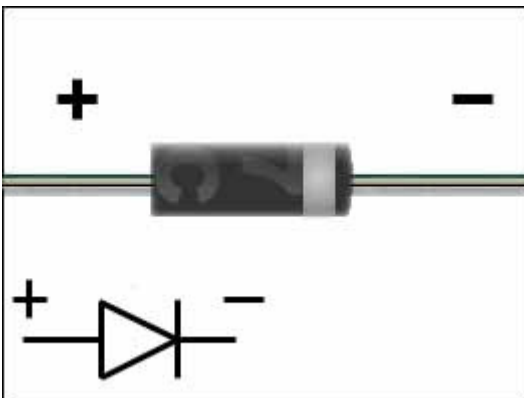
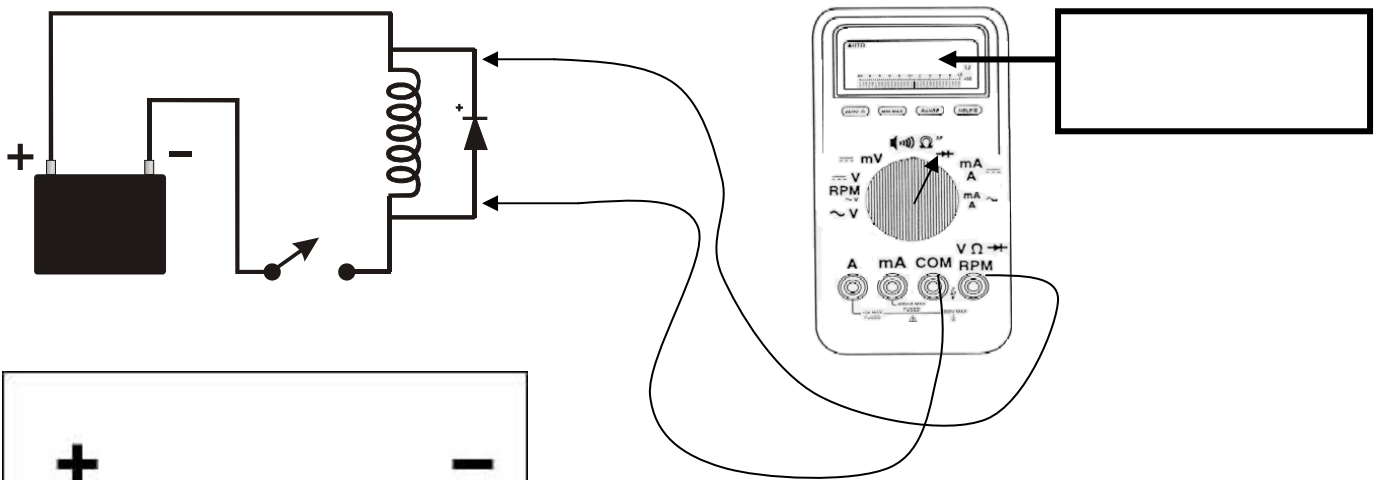
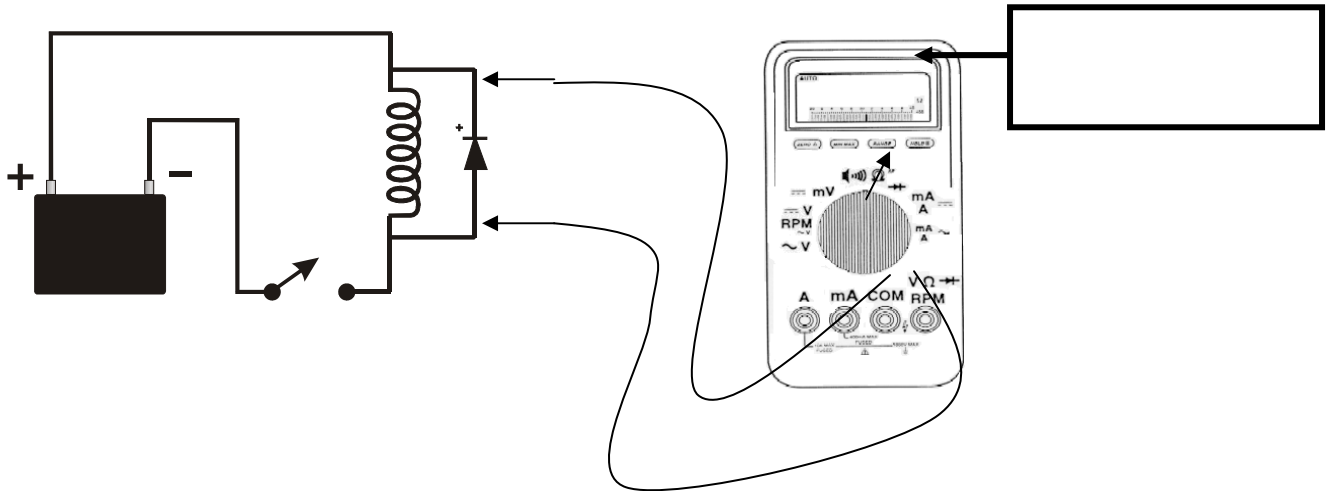
- Pour mesurer la capacité électrique, le multimètre numérique charge le condensateur avec un courant connu, mesure la tension qui en résulte, et calcule la capacité.



On utilise souvent une petite ligne courbe pour illustrer la plaque négative d'un condensateur.

Vérifier l'état des diodes

- On pourrait définir une diode en disant qu'il s'agit d'une soupape de commande électrique anti-retour qui sert à contrôler la direction d'un courant continu ou à convertir le courant alternatif en courant continu. Elles empêchent le courant de circuler en sens inverse en plus d'agir comme dispositifs de calage. En tant que dispositif de calage, la diode redirige les pointes de haute tension résultant des impulsions qui activent et désactivent une bobine. Ce calage (c'est-à-dire le maintien d'un point déterminé du signal à une valeur de référence donnée) empêche que d'autres circuits du système soient endommagés.



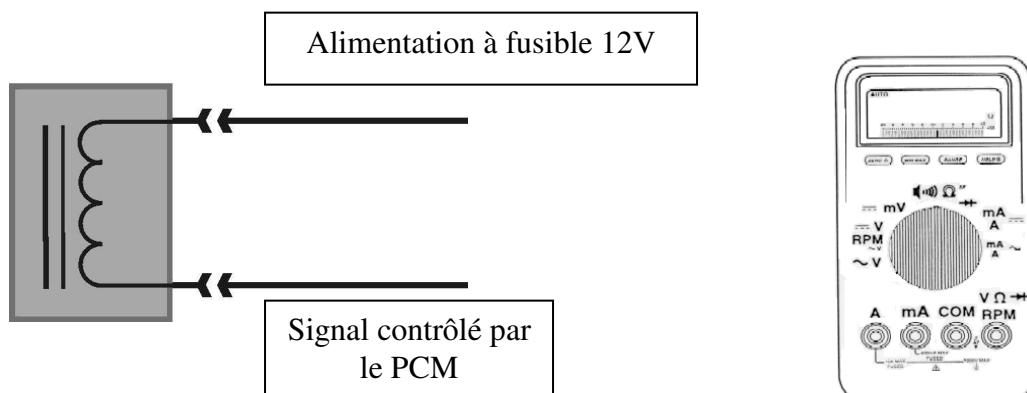
- Dans les boîtes vides, notez les valeurs de mesure relatives à une diode au silicium qui fonctionne.

Mesurer la fréquence (Hz)

- La fréquence peut être définie comme étant le nombre de cycles en 1 seconde, c'est-à-dire le nombre de fois qu'une forme d'onde se répète en une seconde. La fréquence est mesurée en hertz (Hz). Le nombre de tours/minute du moteur est un exemple de signal qui se produit à des fréquences variées. Plus le nombre de tours/minute est bas, plus la fréquence est basse; il y a moins d'impulsions d'allumage par seconde.
- Sur la plupart des multimètres capables de mesurer la fréquence, il faut sélectionner le mode ACV, brancher le multimètre, et appuyer ensuite sur le bouton Hz. En général, lorsqu'on branche le multimètre avant d'appuyer sur le bouton Hz, le multimètre se règle de lui-même à la gamme de mesures voulue.

Mesurer le cycle de service (pourcentage d'utilisation)

- Lorsqu'on parle de cycle de service, ou de cycle opératoire, on fait allusion au pourcentage de temps durant lequel un signal est présent à l'intérieur d'un même cycle d'utilisation. On comprendra que plus la durée de marche est longue, plus la durée d'inactivité est courte – par conséquent, le pourcentage change. Le cycle de service est une autre façon de calculer la fréquence. La précision et la résolution des mesures liées au cycle de service sont obtenues en faisant une moyenne, après plusieurs répétitions d'un signal d'entrée. Dans l'industrie de l'automobile, l'un des cycles de service dont il est souvent question est celui de l'angle de came, aussi appelé angle de fermeture ou angle de pause (en anglais, « *dwell angle* »).
- L'angle de came représente le nombre de degrés de rotation du distributeur durant lequel les rupteurs sont fermés.
- Pour mesurer le cycle de service, sélectionnez le mode DCV et appuyez ensuite sur le bouton relatif au cycle de service (%). (Reportez-vous au manuel d'utilisation de votre multimètre.)



- Le schéma ci-dessus montre comment connecter les fils pour mesurer le cycle de service.

Durée d'impulsion (millisecondes)

- La durée (ou largeur) d'impulsion est la durée réelle d'un signal pulsé. Cette durée est mesurée en millisecondes. Le temps d'inactivité n'affecte aucunement la durée d'impulsion du signal; la seule chose qui est mesurée est la durée du signal lui-même. Une mesure de cycle de service peut facilement être convertie en une mesure de durée d'impulsions. Il suffit de mesurer la fréquence et de mesurer le cycle de service. On sélectionne la polarité de l'impulsion que l'on veut mesurer. La formule suivante permet de convertir une mesure de cycle de service en durée d'impulsions.
- $\text{Durée (ou largeur) d'impulsion} = \frac{\% \text{ cycle de service}}{\text{Fréquence} \times 100}$

Fréquence

Sélectionner la gamme

- S'il s'agit d'un multimètre à sélection de gamme automatique, il sera en mode automatique quand vous l'allumerez. La gamme qui devrait fournir la meilleure résolution sera automatiquement sélectionnée. Pour passer en mode manuel, vous devez appuyer sur le bouton de gamme, ce qui éteindra l'indicateur AUTO. Le multimètre demeurera dans la gamme dans laquelle il se trouvait quand le mode manuel de sélection a été activé. En mode de sélection manuelle, chaque fois que vous appuierez sur le bouton de gamme, la gamme montera d'un niveau, et ce, jusqu'à ce que vous ayez atteint la gamme la plus élevée, auquel moment elle reviendra au début, à la gamme la plus basse. Pour revenir en mode automatique, vous devez soit éteindre et rallumer le multimètre, ou appuyer sur le bouton de gamme et le tenir enfoncé pendant deux secondes. Lorsque l'appareil est de nouveau en mode automatique, l'indicateur AUTO s'affiche.

Note : Quand l'appareil est en mode manuel, les modes *Hold*, *Min/Max* et *REL* sont désactivés.

Test de performance

- Pour tester la performance du multimètre, réglez le cadran rotatif à la mesure Ω . Branchez un fil d'essai entre l'entrée $V\Omega$ et l'entrée $mA \mu A$. Si vous utilisez une sonde test, touchez la moitié du contact d'entrée qui est la plus proche de l'écran à cristaux liquides. L'écran devrait afficher $1.000k\Omega \pm 5\Omega$. Si l'écran affiche OL, remplacez le fusible et recommencez le test.
- Toujours en mode Ω , insérez un fil d'essai dans l'entrée A (ampères) – il y aura alors un signal sonore. (Cela fonctionnera aussi en mode DCV et ACV.) Cet avertissement sonore ne se fera entendre que si le fusible est bon. Mettez le fil dans l'entrée $mA \mu A$; le même signal devrait se faire entendre si le fusible est bon. Remplacez tout fusible endommagé avant de prendre quelque mesure que ce soit.
- Les procédures d'entretien et les tests de performance du multimètre diffèrent d'un appareil à l'autre – consultez toujours le manuel d'utilisation de votre multimètre.

Oscilloscope numérique à mémoire



- Un oscilloscope numérique à mémoire permet d’observer des formes d’onde plutôt que seulement des valeurs numériques. La forme d’onde affiche la tension sur une période de temps et permet une analyse plus poussée. L’oscilloscope numérique à mémoire numérise le signal mesuré et l’enregistre en mémoire. Le contenu de cette mémoire peut ensuite être affiché en continu à l’écran, ce qui permet au technicien de capturer (mémoriser) et d’examiner des événements qui ne se sont produits qu’une fois ainsi que les activités qui précèdent immédiatement cet événement. L’oscilloscope numérique est aussi plus efficace pour observer des événements qui se produisent trop lentement pour être facilement observables sur un oscilloscope analogique. Les formes d’onde, une fois enregistrées, peuvent être transférées dans un traceur et conservées pour consultation future.

Oscilloscope

Il existe deux types d’oscilloscopes.

1. Oscilloscopes analogiques

- Affichage « en direct » à mesure que les ondes de tension se produisent
- Nécessitent un signal répétitif
- Ne consignent pas de formes d’onde

2. Oscilloscopes numériques à mémoire

- Conservent des formes d'ondes en mémoire
- Convertissent les signaux analogiques sous forme numérique et les schématisent
- Enregistrent, traitent et affichent les signaux

Les oscilloscopes numériques à mémoire offrent trois éléments importants que les oscilloscopes analogiques n'ont pas, c'est-à-dire :

- La capacité d'arrêt sur image (clichés de données)
- La transférabilité des formes d'ondes mémorisées
- Les curseurs

De quelle manière l'oscilloscope affiche-t-il le signal ?

- Un voltmètre affiche les moyennes de tension
- Un signal on/off sera affiché avec une ligne de tension constante
- Un oscilloscope fournit une représentation visuelle de tension et de temps
- Si la tension augmente ou diminue, la forme d'onde monte ou descend
- La forme d'onde est une représentation graphique en direct du signal de tension
- Les oscilloscopes numériques à mémoire affichent la tension au fil du temps, au fur et à mesure que les changements se produisent
- L'onde monte et descend en fonction des variations de tension
- Le mouvement horizontal correspond au temps

Choisir les bons réglages

Les quatre réglages possibles sont les suivants :

1. **Mesures verticales** : Lorsque vous choisissez un réglage vertical, vous devriez choisir celui qui affichera la pleine amplitude. Les choix d'affichage vertical qui s'offrent sont : tension continue, courant continu, tension alternative, fréquence, durée d'impulsion, cycle de service, tours/minute, température, dépression et pression.
2. **Mesures horizontales (temps)** : Lorsque vous choisissez l'échelle de temps, vous devriez choisir celle qui vous permettra de voir au moins un cycle complet.
3. **Seuil de déclenchement** : Le seuil de déclenchement est le niveau que la tension doit franchir avant que le tracé se dessine.
4. **Pente de déclenchement** : La pente de déclenchement est le moment où la forme d'onde commence à se dessiner, reflétant l'augmentation et la diminution de la tension. La pente positive commence au début de l'augmentation de tension. La pente négative commence au début de la diminution de tension.

Toutes les mesures sont tracées horizontalement, de gauche à droite, pour montrer la lecture au fil du temps, et verticalement pour montrer la valeur mesurée (tension continue, courant continu, tension alternative, fréquence, durée d'impulsion, cycle de service, tours/minute, température, dépression et pression).

Mesures des appareils

(Les fonctions disponibles varient d'un modèle à l'autre; reportez-vous au manuel de l'utilisateur.)

Allumage primaire :

- Bobine externe DI (allumage à distributeur)
- Bobine interne DI (allumage à distributeur)
- Allumage par bobines individuelles (COP – *Coil on plug*)

Allumage secondaire :

- Bobine externe DI (allumage à distributeur)
- Bobine interne DI (allumage à distributeur)
- Système d'allumage à distributeur (DIS)
- Allumage par bobines individuelles (CNP – *Coil near plug*)
- Allumage par bobines individuelles (COP – *Coil on plug*)

Multimètre graphique

- Tension continue
- Courant continu
- Fréquence
- Durée d'impulsion
- Cycle de service
- Tours/minute
- Température
- Dépression
- Pression

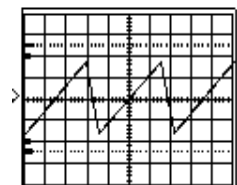
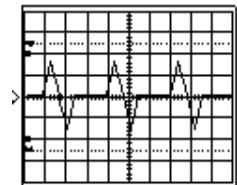
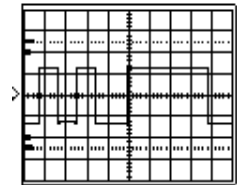
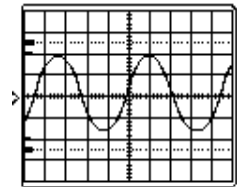
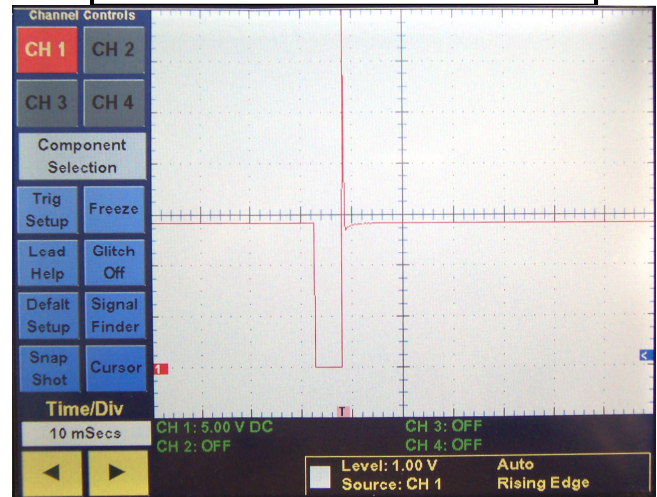
Multimètre numérique

- Tension continue
- Tension alternative
- Résistance
- Continuité
- Vérification de diode

Sondes

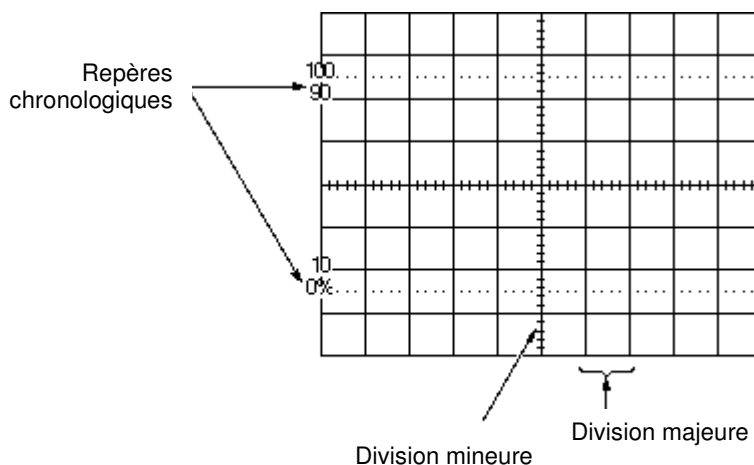
- Les oscilloscopes viennent généralement avec deux types de sondes, communément désignées par les termes 1X et 10X, ou 1:1 et 10:1. La sonde 1X procure une connexion directe pour tester le circuit. Lorsqu'on se sert de la sonde 10X, la valeur de tension du circuit est divisée par 10 avant d'être envoyée à l'oscilloscope.

Affichage de multimètre graphique

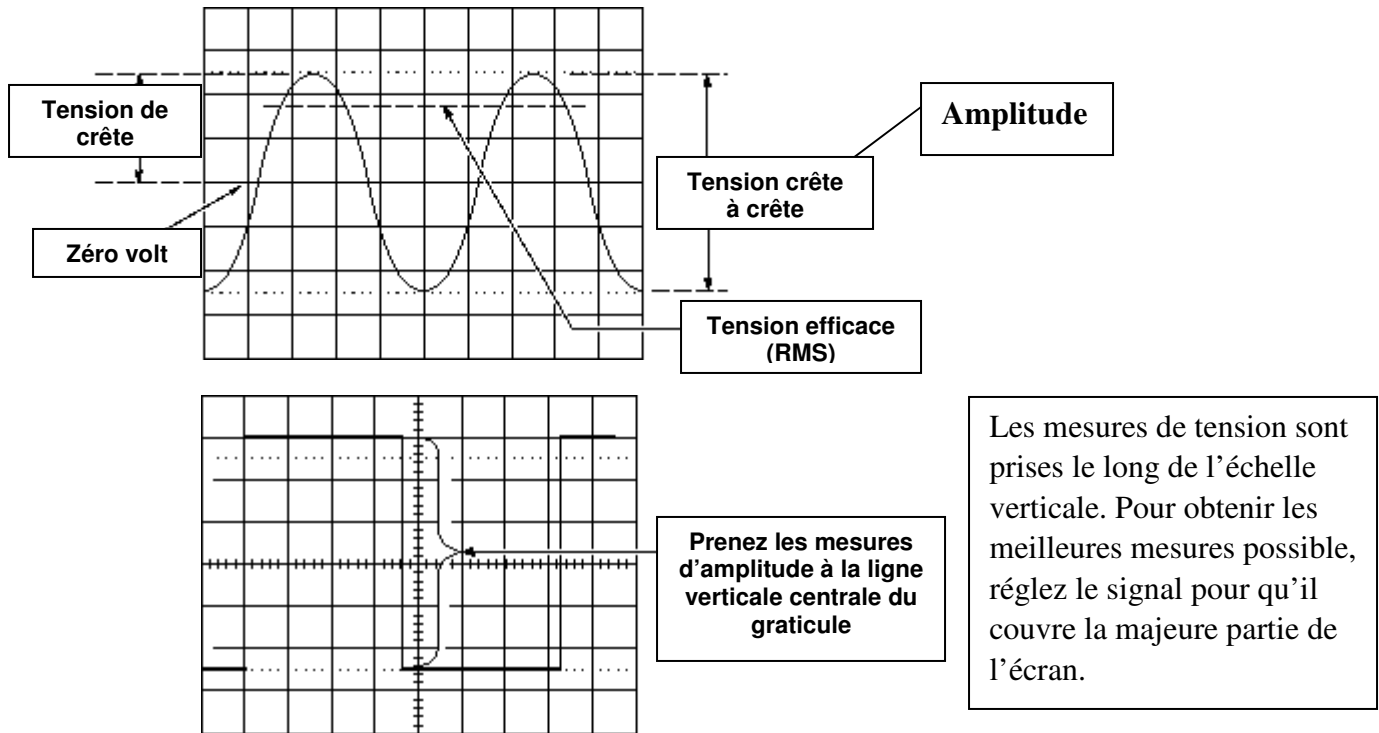


Fonctions et caractéristiques des oscilloscopes

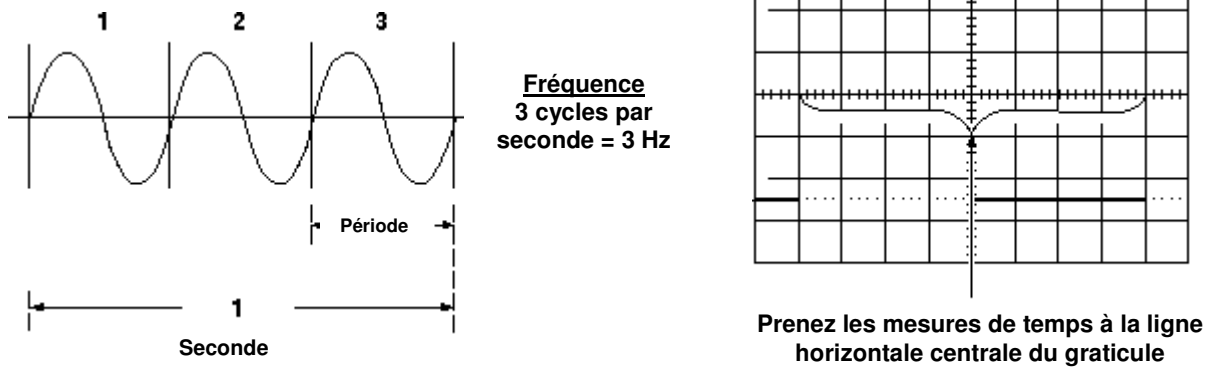
- **Numériser des événements qui se produisent une fois :** La capacité de capturer (mémoriser) les événements qui ne se produisent qu'une fois est l'une des plus importantes fonctions de l'oscilloscope numérique à mémoire. L'oscilloscope peut être réglé de façon à se déclencher lorsqu'un événement particulier se produit. Les données relatives à l'événement en question sont alors consignées en mémoire et peuvent être visionnées ultérieurement.
- **Numériser des événements qui se produisent à répétition :** En général, les oscilloscopes analogiques sont amplement efficaces pour visionner des événements répétitifs. Cela dit, pour certains types de mesures, l'oscilloscope numérique à mémoire est parfois plus efficace. Alors que sur un oscilloscope analogique, un signal lent (inférieur à 60 Hz) ne produira qu'une forme d'onde vacillante et instable ou un point en mouvement, sur l'oscilloscope numérique à mémoire, ce signal est stable et très facile à voir.
- **Sauvegarder une opération :** Les formes d'onde sont conservées en mémoire, mais elles sont supprimées et remplacées par de nouvelles à chaque déclenchement. La fonction de sauvegarde permet à l'opérateur de conserver une forme d'onde pour consultation future.
- **Formes d'ondes :** Beaucoup d'oscilloscopes numériques à mémoire ont un logiciel interne qui effectue ces mesures de façon automatique.
- **Affichage :** Le graticule affiché sur un écran d'oscilloscope comporte généralement 8 carrés à la verticale et 10 carrés à l'horizontale. Chaque ligne verticale et chaque ligne horizontale marque un point de division « majeur ». Les petites marques de graduation sur les lignes centrales horizontales et verticales marquent des points de division « mineurs ».



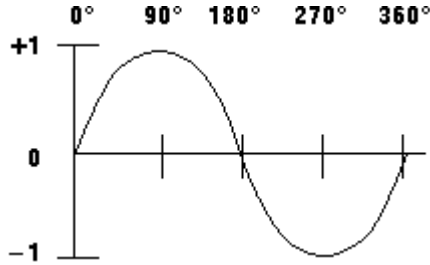
- **Tension :** Les oscilloscopes sont d'abord des outils qui mesurent la tension. La tension est le potentiel électrique entre deux points d'un circuit. L'un de ces deux points est habituellement un point de masse (zéro volt), mais ce n'est pas toujours le cas.



- **Temps, fréquence, période :** Les mesures de temps sont prises le long de l'échelle horizontale. Ces mesures sont la période, la durée d'impulsion et la synchronisation des impulsions. Tout signal qui se répète a une fréquence. La fréquence se mesure en hertz (Hz) et est égale au nombre de répétitions du signal à l'intérieur d'une seconde. Un signal qui se répète a une période. La période est le temps que prend le signal pour compléter un cycle.



- **Phase :** On comprendra plus facilement le concept de « phase » en examinant une onde sinusoïdale. Un cercle compte 360 degrés et les ondes sinusoïdales sont basées sur un mouvement circulaire. Un cycle d'une onde sinusoïdale compte 360 degrés. On peut parler de l'angle de phase en termes de degrés. L'angle de déphasage est l'angle qui marque la différence de synchronisation entre deux signaux qui, outre ce facteur, sont identiques.

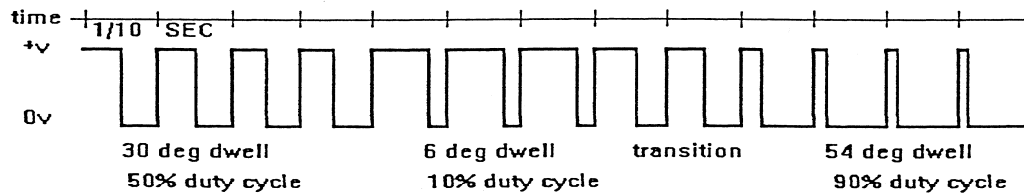


Caractéristiques d'un signal

Les trois caractéristiques d'une forme d'onde sont :

- **L'amplitude:** La différence entre le point le plus élevé et le point le plus bas de la forme d'onde.
- **La fréquence :** Le nombre d'impulsions on/off par seconde
- **La séquence (chronologie) des événements :** Le temps entre les transitions

Exemple type de séquence d'événements



Types de représentations oscillographiques

La plupart des formes d'onde appartiennent à l'une ou l'autre des catégories suivantes:

- Ondes sinusoïdales
- Ondes carrées et ondes rectangulaires
- Ondes triangulaires et ondes en dents de scie
- Ondes en escalier et ondes pulsées

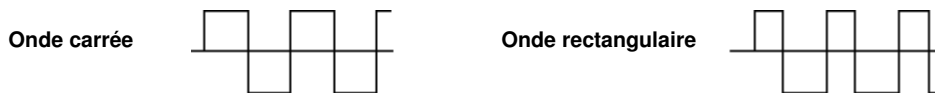
Onde sinusoïdale :

- Cette forme d'onde est la forme de base – pour plusieurs raisons. Ses propriétés mathématiques sont harmonieuses. Cette forme d'onde est produite par un signal de tension alternative. Les signaux des capteurs de vitesse de rotation des roues des systèmes ABS sont un exemple des dispositifs à ondes sinusoïdales.
- Une onde sinusoïdale *amortie* est particulière en ce sens qu'elle comprend une suite d'oscillations dont l'amplitude décroît progressivement.



Onde carrée et onde rectangulaire :

- L'onde carrée (aussi appelée « onde en créneau ») est une autre forme d'onde très courante. Elle est produite par une tension qui est activée et désactivée (ou qui passe successivement de valeurs élevées à valeurs faibles). Les signaux de temporisation des ordinateurs en sont un exemple.
- Les ondes rectangulaires sont comme les ondes carrées sauf que les intervalles entre les valeurs élevées et faibles ne sont pas de même longueur.



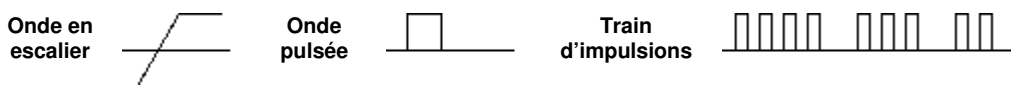
Onde triangulaire et onde en dents de scie :

- Les ondes triangulaires et les ondes en dents de scie sont produites par des circuits qui sont conçus pour contrôler les tensions de façon linéaire. La transition entre les niveaux de tension de ces ondes change de façon constante. Ces transitions sont désignées par le mot « rampes ».



Onde en escalier (step wave) et onde pulsée (pulse wave)

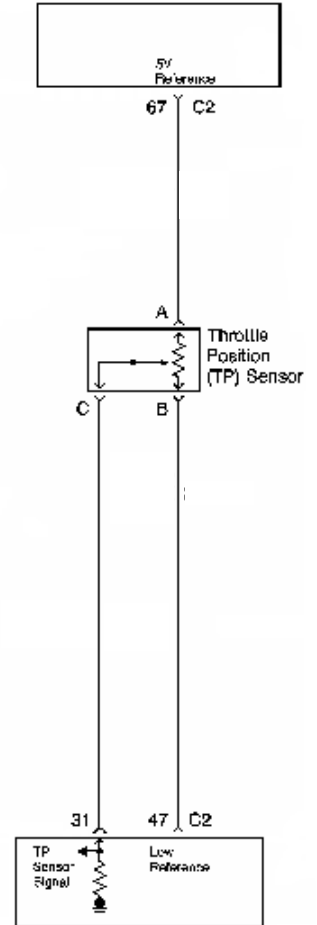
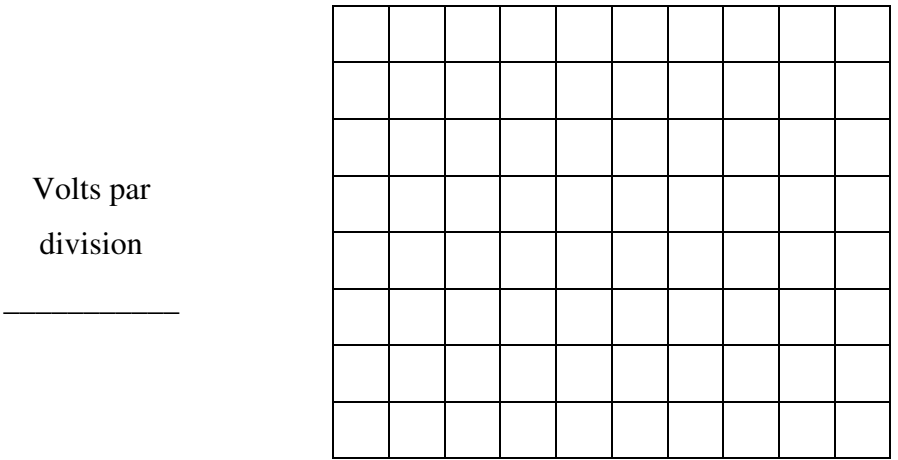
- Les ondes en escalier et les ondes pulsées, qui ne se produisent qu'une seule fois, portent aussi le nom de signaux transitoires. La « marche » de l'escalier signale une variation subite de tension. Le fait de mettre un interrupteur à ON produirait une onde en escalier. Le fait de mettre cet interrupteur à ON et de le remettre ensuite à OFF produirait une onde pulsée. Un signal pulsé peut représenter un bit d'information dans un système de communication informatique, ou peut indiquer un pépin électrique dans un circuit, un signal transitoire.
- Une suite d'impulsions à caractéristiques semblables est désignée par le terme « train d'impulsions ». Les ordinateurs communiquent par trains d'impulsions.



Mesures automobiles

Capteur de position du papillon

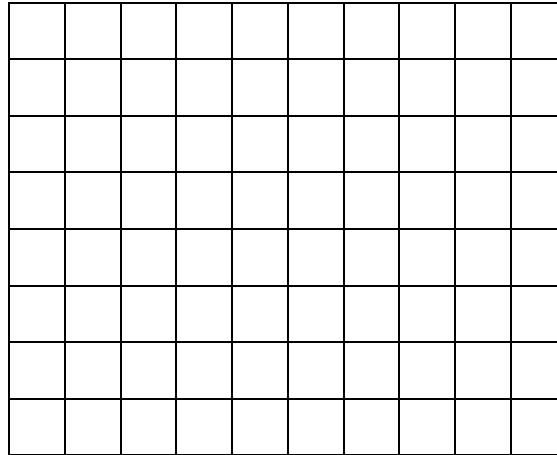
Inscrivez les données relatives à la tension et au temps, et dessinez la forme d'onde valeurs.



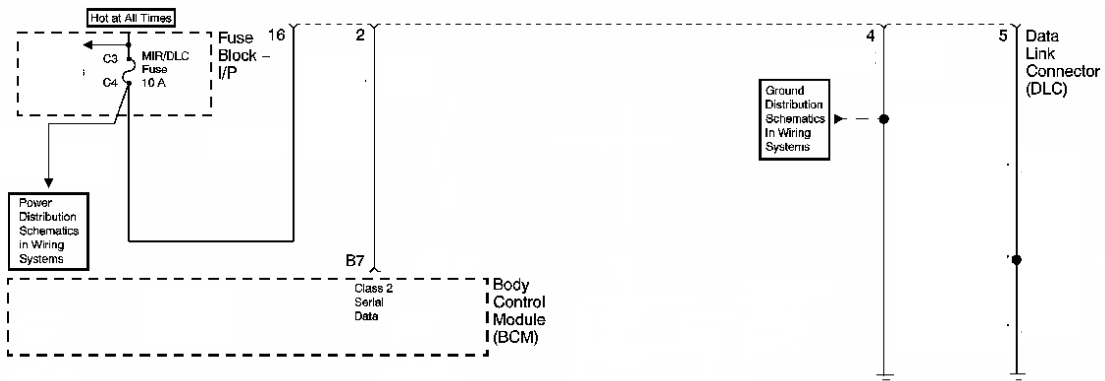
Données en série

Inscrivez les données relatives à la tension et au temps, et dessinez la forme d'onde résultant de ces valeurs.

Volts par
division

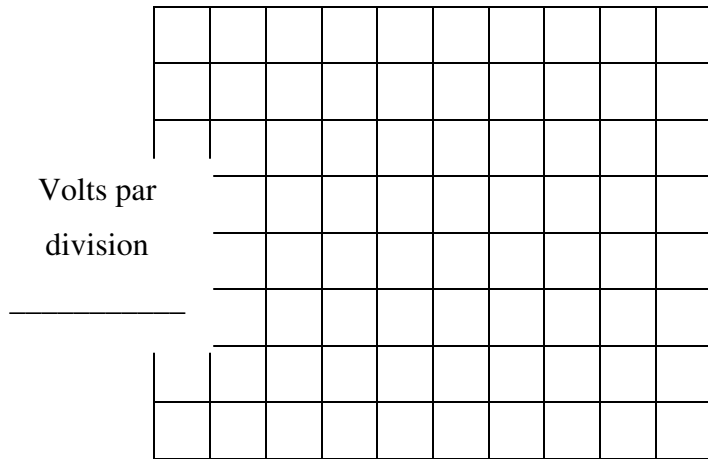


Temps/division _____ Seuil de déclenchement _____



Capteur de vitesse de rotation des roues

Inscrivez les données relatives à la tension et au temps, et dessinez la forme d'onde résultant de ces valeurs.



Temps/division _____ Seuil de déclenchement _____

