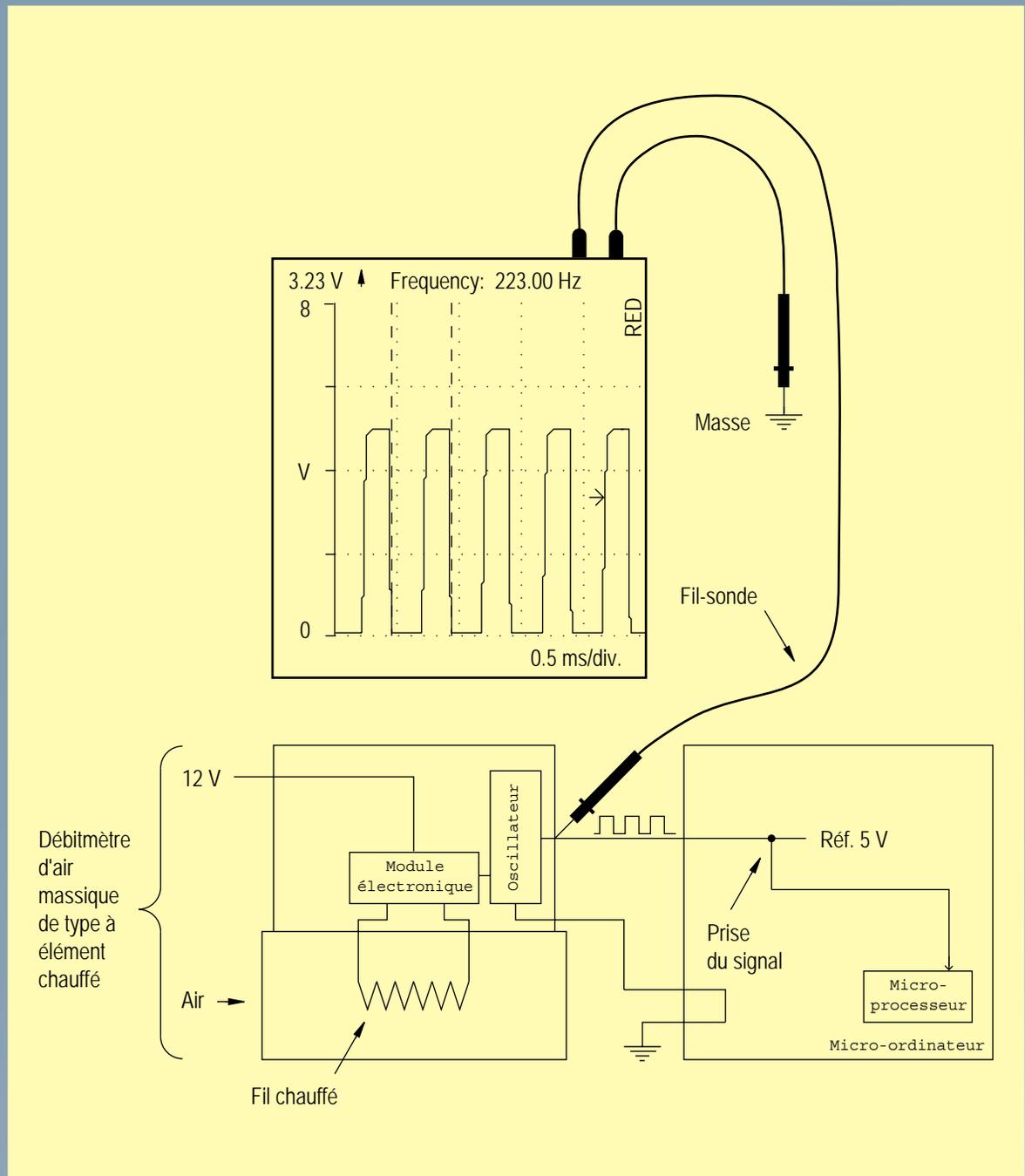


Guide d'utilisation de l'oscilloscope numérique comme outil de diagnostic destiné à la technologie automobile



GUIDE D'UTILISATION DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE COMME OUTIL DE DIAGNOSTIC DESTINÉ À LA TECHNOLOGIE AUTOMOBILE

Un manuel de référence technique

CHRISTIAN HAENTJENS

2000
4440, avenue Montclair
Montréal (Québec) H4B 2J6 Canada

*Conception graphique:
Christian Haentjens*

© Christian Haentjens
2000

ISBN 2-922331-18-0
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 2000
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Canada, 2000

Toute reproduction, par quelque procédé que ce soit, du texte et des graphiques contenus dans le présent ouvrage et qui est la propriété intellectuelle de l'auteur, est strictement interdite.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	V
INTRODUCTION GÉNÉRALE	XXI
CHAPITRE 1 - DESCRIPTION DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	1
Introduction	3
Le fonctionnement de l'oscilloscope numérique	4
Les avantages de l'oscilloscope numérique	5
L'écran de l'oscilloscope numérique	6
Les réglages de la forme d'onde	7
CHAPITRE 2 - TYPES DE FORMES D'ONDE	9
Introduction	11
Les formes d'onde analogiques	12
Les formes d'onde numériques	15
CHAPITRE 3 - CONCEPTS ET TERMES DES FORMES D'ONDE	19
Introduction	21
Les types de signaux électriques	21
Le mode de commande par le côté masse	24
Le mode de commande par le côté alimentation	25
La recherche du mode de commande	26
La forme d'onde commandée par le côté masse	27
La forme d'onde commandée par le côté alimentation	28
Le front avant	29

Le flanc arrière	30
La durée d'une impulsion	30
Le cycle	31
La période	32
L'amplitude	33
La crête de tension inductive	34
Le bruit de circuit	35
CHAPITRE 4 - MESURE DE L'OSCILLOGRAMME	37
Introduction	39
La période marche/arrêt de l'impulsion	39
La valeur de la tension	40
La fréquence de répétition des impulsions	42
Le rapport cyclique	43
CHAPITRE 5 - COMMANDES DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	45
Introduction	47
La fonction configuration automatique	48
La fonction déclencheur	49
Le temps de déclenchement	50
Le niveau de déclenchement	50
La pente de déclenchement	50
La fonction curseurs de mesure	53
La mesure de la différence de voltage	53
La mesure de la différence de temps	54
La mesure de la fréquence	55

La fonction affichage multiple d'oscillogrammes	56
La fonction enregistrement et reproduction	57
CHAPITRE 6 - SIGNAUX D'ENTRÉE ET DE SORTIE DU MICRO-ORDINATEUR	59
Introduction	61
Les signaux d'entrée analogiques	62
Les capteurs de type magnétique	62
Les sondes de type à résistance variable	65
Les capteurs de type à tension variable	69
Les capteurs de type à production d'une tension	73
Les sondes de type à production d'une tension variable	74
Les débitmètres d'air massique de type à élément chauffé	76
Les signaux d'entrée numériques	77
Les capteurs de type contacteur	77
Les capteurs de type optique	78
Les capteurs de type à effet Hall	82
Les capteurs de type à décharge capacitive	84
Les débitmètres d'air massique de type à élément chauffé	85
Les débitmètres d'air massique de type à ultrasons	86
Les débitmètres d'air massique de type optique	87
Les capteurs de type marche/arrêt	88
Les signaux de sortie	91
Les actionneurs de type solénoïde	91
Les actionneurs de type moteur	93
Les actionneurs de type module	95

Les actionneurs de type relais	97
Les actionneurs de type ampoule et diode électroluminescente	98
CHAPITRE 7 - OSCILLOGRAMMES DE DIAGNOSTIC	99
Introduction	101
Les oscillogrammes des signaux d'entrée	102
Le capteur de position du vilebrequin de type de signal analogique	102
Le capteur de vitesse du véhicule de type de signal analogique	103
Le capteur de position du papillon	104
Le capteur de détonation	106
La sonde à oxygène chauffée à base de zirconium	107
La sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur	111
Le débitmètre d'air massique de type de signal analogique	114
Le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission de type de signal analogique ..	114
Le capteur à effet Hall	115
Le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission de type de signal numérique ...	116
Le débitmètre d'air massique de type de signal numérique	116
Les oscillogrammes des signaux de sortie	118
L'injecteur à une seule intensité de courant	118
L'injecteur à deux intensités de courant distinctes	119
Le solénoïde de dérivation de la commande de ralenti	123
Le moteur pas à pas de la commande de ralenti	125
Le module d'allumage de la commande électronique d'avance à l'allumage	126
Le système de commande électronique d'avance à l'allumage sans module	129
Le système de charge contrôlé par le micro-ordinateur	130

CONCLUSION GÉNÉRALE	133
GLOSSAIRE	135
BIBLIOGRAPHIE	147
INDEX ALPHABÉTIQUE	149

LISTE DES FIGURES

AFFICHAGE D'UN OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Tension versus temps	3
FONCTIONNEMENT DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Illustration de la conversion analogique/numérique	5
ÉCRAN DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Représentation des divisions verticales et horizontales	6
RÉGLAGE DE LA FORME D'ONDE	
Valeur d'opération de la gamme de voltage	7
RÉGLAGE DE LA FORME D'ONDE	
Valeur d'opération de la base de temps	8
FORMES D'ONDE	
Analogiques et numériques	12
FORME D'ONDE ANALOGIQUE	
Onde sinusoïdale	13
FORME D'ONDE ANALOGIQUE	
Tension croissante, puis décroissante	14
IDENTIFICATION DE DÉFAUTS	
Signal d'une forme d'onde analogique	14
FORME D'ONDE NUMÉRIQUE	
Ondes carrées	15
FORME D'ONDE NUMÉRIQUE	
Onde à front raide	16
IDENTIFICATION DE DÉFAUTS	
Signal de formes d'onde numériques	17

FORME D'ONDE PARTICULÈRE	
Onde analogique/numérique	18
TYPES DE SIGNAUX ÉLECTRIQUES	
Exemples de signaux analogiques	22
TYPES DE SIGNAUX ÉLECTRIQUES	
Exemples de signaux numériques	23
SIGNAUX ÉLECTRIQUES NON DISTINCTIFS	
Valeur du temps par division est trop basse et celle des volts par division est trop élevée	24
MODE DE COMMANDE DU SIGNAL ÉLECTRIQUE	
Par le côté masse	25
MODE DE COMMANDE DU SIGNAL ÉLECTRIQUE	
Par le côté alimentation	26
RECHERCHE DU MODE DE COMMANDE	
Endroit à vérifier et état du circuit	27
FORME D'ONDE COMMANDÉE PAR LE CÔTÉ MASSE	
Tension contrôlée depuis le côté masse du composant	27
FORME D'ONDE COMMANDÉE PAR LE CÔTÉ ALIMENTATION	
Tension contrôlée depuis le côté alimentation du composant	28
FRONT AVANT	
Circuit électrique commandé par le côté masse	29
FLANC ARRIÈRE	
Circuit électrique commandé par le côté alimentation	30
DURÉE D'UNE IMPULSION	
Exemple d'un injecteur d'essence	31
CYCLE	
Illustration de formes d'onde carrées et sinusoïdales	32

PÉRIODE

Illustration d'une période de formes d'onde carrées 33

PÉRIODE

Illustration du temps en fonction du signal par rapport au temps total d'un cycle 33

AMPLITUDE

Illustration de l'amplitude de formes d'onde carrées et sinusoïdales 34

CRÊTE DE TENSION INDUCTIVE

Exemple des injecteurs d'essence 35

BRUIT DE CIRCUIT

Exemple d'une partie d'un tracé grossie 36

MESURE DE LA PÉRIODE D'UNE IMPULSION

Exemple d'un injecteur d'essence 40

MESURE DE LA TENSION

Exemple d'un injecteur d'essence 41

OSCILLOGRAMME RELATIF À UNE RÉSISTANCE EXCESSIVE

Exemple d'un capteur à effet Hall 41

MESURE DE LA FRÉQUENCE

Signaux électriques d'ondes carrées et sinusoïdales 42

MESURE DU RAPPORT CYCLIQUE

Exemple d'un injecteur d'essence 43

MESURE DU RAPPORT CYCLIQUE

Exemple d'un injecteur d'essence 43

MESURE DU RAPPORT CYCLIQUE

Exemple d'un injecteur d'essence 43

MESURE DU RAPPORT CYCLIQUE

Exemple d'un injecteur d'essence 43

RAPPORT CYCLIQUE	
Formule	44
FONCTION CONFIGURATION AUTOMATIQUE	
Exemple à deux canaux	49
FONCTION DÉCLENCHEUR	
Exemple à un canal	51
FONCTION CONFIGURATION AUTOMATIQUE	
Déclencheur en forme de croix	52
FONCTION DÉCLENCHEUR	
Exemple de la limite de voltage du système de charge	53
FONCTION CURSEURS	
Mesure du voltage	54
FONCTION CURSEURS	
Mesure du temps	55
FONCTION CURSEURS	
Mesure de la fréquence	56
FONCTION AFFICHAGE MULTIPLE D'OSCILLOGRAMMES	
Affichage de quatre canaux	57
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur magnétique	62
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE	
Illustration du signal produit par le capteur magnétique	63
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE	
Convertisseur analogique/numérique placé à l'extérieur du micro-ordinateur	63
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE	
Signal électrique converti à travers un module d'allumage	64

SONDE DE TYPE À RÉSISTANCE VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde de température	66
SONDE DE TYPE À RÉSISTANCE VARIABLE	
Exemple de la variation de la tension en fonction de la température	67
SONDE DE TYPE À RÉSISTANCE VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène à base de titane	68
CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de position	69
CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un débitmètre d'air volumique	71
CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un débitmètre d'air volumique avec contacteur pour la pompe à carburant	71
CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à pression	72
CAPTEUR DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de détonation	73
SONDE DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène à base de zirconium	75
SONDE DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION VARIABLE	
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène chauffée	76
DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ÉLÉMENT CHAUFFÉ	
Schéma de principe du circuit électrique à signal analogique	77
CAPTEUR DE TYPE CONTACTEUR	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de vitesse du véhicule	78
CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur optique de vitesse du véhicule	79

CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur optique d'allumage	80
CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE	
Principe de fonctionnement du capteur optique d'allumage	81
CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE	
Schéma de principe du circuit électrique de deux capteurs optiques d'allumage	81
CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à effet Hall d'un allumeur	82
CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL	
Principe de fonctionnement du capteur à effet Hall	83
CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à effet Hall combiné	84
CAPTEUR DE TYPE À DÉCHARGE CAPACITIVE	
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission	85
DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ÉLÉMENT CHAUFFÉ	
Schéma de principe du circuit électrique à signal numérique	86
DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ULTRASON	
Schéma de principe du circuit électrique	87
DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE OPTIQUE	
Schéma de principe du circuit électrique	88
CAPTEUR-INTERRUPTEUR DE TYPE MARCHE/ARRÊT	
Schéma de principe du circuit électrique	90
CAPTEUR-INTERRUPTEUR DE TYPE MARCHE/ARRÊT	
Principe de fonctionnement	90
ACTIONNEUR DE TYPE SOLÉNOÏDE	
Schéma de principe du circuit de commande de l'injecteur	92

ACTIONNEUR DE TYPE MOTEUR	
Schéma de principe du circuit électrique d'un moteur pas à pas	94
ACTIONNEUR DE TYPE MODULE	
Schéma de principe du circuit de contrôle d'avance à l'allumage avec module	96
ACTIONNEUR SUPPRIMÉ	
Schéma de principe du circuit de contrôle d'avance à l'allumage sans module	97
ACTIONNEUR DE TYPE RELAIS	
Schéma de principe du circuit électrique du ventilateur du système de refroidissement	98
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un capteur de position du vilebrequin	102
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un capteur de vitesse du véhicule	103
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un bon signal d'un capteur de position du papillon	105
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'un capteur de position du papillon	106
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal d'un capteur de détonation	107
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un bon signal d'une sonde à oxygène chauffée à base de zirconium	108
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'une sonde à oxygène chauffée	109
INFORMATION COMPLÉMENTAIRE SUR LA SONDE À OXYGÈNE	
Illustration du comment de l'affichage de l'oscillogramme à l'écran de l'oscilloscope	111
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un bon signal d'une sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur ..	112

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'une sonde	
à oxygène chauffée de post-catalyseur	113
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un débitmètre d'air massique	114
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal d'un capteur à effet Hall	115
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal numérique du capteur	
de pression absolue de la tubulure d'admission	117
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un injecteur	
à une seule intensité de courant	118
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un injecteur	
à deux intensités de courant distinctes	119
AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogrammes illustrant les signaux de deux injecteurs avec et sans limitation de courant .	120
TABLEAUX DE RÉFÉRENCE	
Paramètres de fonctionnement des injecteurs	122
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un solénoïde de dérivation de ralenti	123
TABLEAUX DE RÉFÉRENCE	
Paramètres de fonctionnement du solénoïde de dérivation de la commande de ralenti	124
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE	
Oscillogrammes illustrant le signal de commande de ralenti d'un moteur pas à pas	125

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogrammes illustrant les signaux de référence et de déclenchement de l'étincelle de la commande électronique d'avance à l'allumage avec un module 127

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogrammes illustrant les signaux de référence, de position du vilebrequin et de déclenchement de l'étincelle de la commande électronique d'avance à l'allumage sans module 129

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal de contrôle du système de charge par le micro-ordinateur 130

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis l'apparition de l'électronique sur les véhicules automobiles, le diagnostic est devenu beaucoup plus compliqué qu'auparavant. Bien que le technicien dispose actuellement d'outils spécialisés tels que le moniteur de diagnostic et le multimètre numérique, ces derniers n'ont pas la précision et la rapidité d'exécution de l'oscilloscope numérique; c'est-à-dire, ils ne peuvent montrer au technicien qu'un signal de quantité (un nombre représentant la moyenne d'une valeur prise à un moment donné du prélèvement de l'échantillon). Alors qu'un oscilloscope numérique fournit, quant à lui, par son oscillogramme, deux informations importantes au diagnostic à savoir: *quantité* et *qualité* du signal.

Le multimètre numérique est normalement utilisé pour mesurer un signal lequel prélève un échantillon, produit plusieurs fois par seconde, qu'il affiche à l'écran à un rythme spécifique. Ainsi, des problèmes intermittents, se manifestant aux niveaux des circuits électroniques des intrants et des extrants, ne peuvent jamais être détectés par un multimètre numérique ou un moniteur de diagnostic parce que le problème se produit entre deux prélèvements d'échantillons. Quant à l'oscilloscope numérique, appelé communément en anglais «LabScope», peut mesurer et afficher avec précision des tensions infimes et détecter des phénomènes extrêmement courts. Autrement dit, l'oscilloscope numérique permet la visualisation complète de la représentation du signal en montrant non seulement sa valeur mais aussi la qualité dudit signal. Par exemple, un défaut intermittent produit pendant un test d'accélération rapide (Wiggle test) apparaîtra à l'écran de l'oscilloscope comme une chute soudaine du voltage occasionnée par une rupture de contact entre la résistance et le curseur du capteur de position du papillon (Throttle Position sensor - TP sensor). Alors que le multimètre numérique démontrera uniquement la moyenne de la chute du voltage, ou bien, il ne peut détecter le défaut parce qu'au moment du prélèvement d'un échantillon du signal, la valeur de la tension était correcte.

À cause de toutes ces considérations, nous voyons, maintenant, l'importance de l'oscilloscope numérique comme moyen de diagnostic. De plus, il est indispensable pour résoudre des problèmes *intermittents* et *sensibles* des systèmes électroniques qui équipent les véhicules automobiles d'aujourd'hui d'où le titre de ce volume intitulé «*Guide d'utilisation de l'oscilloscope numérique comme outil de diagnostic destiné à la technologie automobile*».

Ce guide d'utilisation de l'oscilloscope numérique s'adresse particulièrement aux techniciens du service d'entretien et de réparation automobile afin de les aider dans leurs recherches de solutions aux problèmes de diagnostic. Ce manuel de référence technique s'adresse également aux formateurs de centres et d'écoles de formation professionnelle de mécanique automobile afin qu'ils aient du matériel pédagogique en *français* pour leur préparation de cours, et pouvant servir de support comme cahier d'apprentissage aux étudiants en formation. Ce livre technique s'adresse aussi aux autodidactes qui veulent apprendre sans suivre de cours de perfectionnement, et à ceux qui s'intéressent, de près ou de loin, à la technologie de l'automobile.

XXII

Ce livre-guide, écrit dans le souci d'être facile à consulter, contient sept chapitres qui vous aideront à étudier les formes d'onde constituant un préalable absolument nécessaire au diagnostic à l'aide d'un oscilloscope numérique; à l'utiliser; à s'en servir pour les branchements; et, en interpréter les oscillogrammes des signaux électriques affichés à son écran.

Le premier chapitre décrit l'oscilloscope numérique. À quoi est-il utile? Comment fonctionne-t-il? Quels sont ses caractéristiques? Comment comprendre son écran d'affichage? Comment obtenir un affichage compréhensif?

Le deuxième chapitre traite des formes d'onde analogiques et numériques et de formes d'onde qui peuvent prendre des formes particulières ainsi que de l'identification de défauts qui se rattachent aux différentes formes d'onde.

Le troisième chapitre énumère les types de signaux électriques analogiques et numériques rencontrés en technologie de l'automobile, de leur mode de commande, de la recherche du mode de commande, de la forme d'onde selon le mode de commande; et fait état de la terminologie particulière de chacun des signaux électriques, ainsi que des phénomènes qui apparaissent sur certaines formes d'onde.

Le quatrième chapitre parle de la mesure des impulsions des signaux électriques numériques, de la valeur de la tension, de la durée d'une impulsion, de la résistance électrique dans le circuit du signal, de la fréquence de répétition, du rapport cyclique; et, explique comment le calculer.

Le cinquième chapitre explique comment utiliser les fonctions de l'oscilloscope numérique, de configuration automatique, de déclencheur (temps de déclenchement, niveau de déclenchement, pente de déclenchement), de curseurs de mesure (mesure de la différence de voltage, mesure de la différence de temps, mesure de la fréquence), enregistrement et reproduction.

Le sixième chapitre cite les signaux d'entrée et de sortie du micro-ordinateur de bord; classifie par types les capteurs, les sondes, les capteurs-interrupteurs et les actionneurs; explique leur fonctionnement; révèle à quoi servent-ils dans le système de gestion informatisé.

Le septième chapitre montre comment brancher un oscilloscope numérique aux capteurs, aux sondes et aux actionneurs qui composent les systèmes d'injection de carburant; présente des exemples représentatifs d'oscillogrammes; et, explique les caractéristiques des oscillogrammes types ainsi que d'énoncer des commentaires sur le diagnostic de chacun.

CHAPITRE

1

DESCRIPTION
DE
L'OSCILLOSCOPE
NUMÉRIQUE

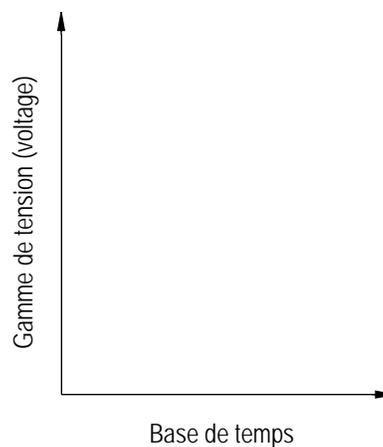
INTRODUCTION

L'oscilloscope numérique, qu'on peut assimiler à un voltmètre visuel, est essentiellement un aide visuel dont l'affichage à l'écran permet de visualiser l'évolution d'un signal de voltage variable dans le temps sous la forme d'onde (Waveform) appelée «trace de voltage dans le temps» ou plus simplement «oscillogramme» (Oscillogram).

Les variations de tension, appelées «gain» ou «valeur de tension», sont affichées verticalement le long d'un axe vertical appelé «gamme de tension», alors que le temps se déroule horizontalement sur un axe horizontal de gauche à droite appelé «base de temps» produisant la représentation visuelle de formes d'onde. Ainsi, on peut observer comment varie la tension dans un circuit au cours d'un temps donné.

AFFICHAGE D'UN OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Tension versus temps



Quand on observe l'image d'un signal électrique sur l'écran d'un oscilloscope, on peut voir l'amplitude du signal, sa vitesse de montée et de descente, la durée d'une forme d'onde et le nombre d'apparitions de la forme d'onde au cours d'un temps donné.

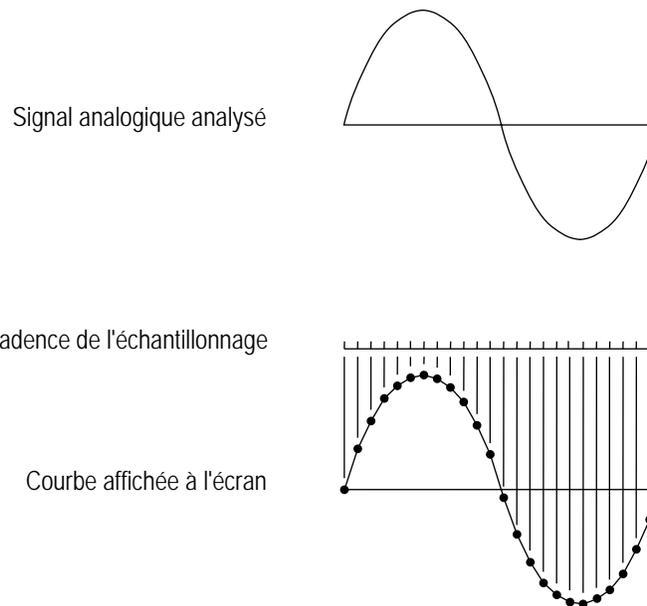
Les oscilloscopes numériques destinés à la technologie automobile servent , surtout, à déceler les défauts dans les systèmes électroniques des systèmes d'allumage, d'injection etc. qui produisent des signaux ou des fréquences spécifiques en fonctionnant. Certains d'entre-eux possèdent les caractéristiques d'afficher plusieurs signaux simultanément afin d'en faire la comparaison et l'étude.

Le fonctionnement de l'oscilloscope numérique

Contrairement à l'oscilloscope analogique lequel, qu'on compare à un téléviseur, affiche directement à l'écran le signal reçu par le capteur ou la sonde du système électronique; l'oscilloscope numérique, quant à lui, intègre un circuit numérique qui analyse, mémorise et traite les données reçues (tension/fréquence de signaux). Le circuit numérique doit disposer de suffisamment de données pour reproduire une courbe fidèle et représentative - conversion du signal analogique en signal numérique et, pour y arriver, l'échantillonnage se répète à 250 000 fois à la seconde produisant une ligne continue de formes d'onde à l'écran de l'oscilloscope numérique.

FONCTIONNEMENT DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Illustration de la conversion analogique/numérique



Le signal analogique est échantillonné à des intervalles de temps précis afin de déterminer la tension au même instant

Les avantages d'un oscilloscope numérique

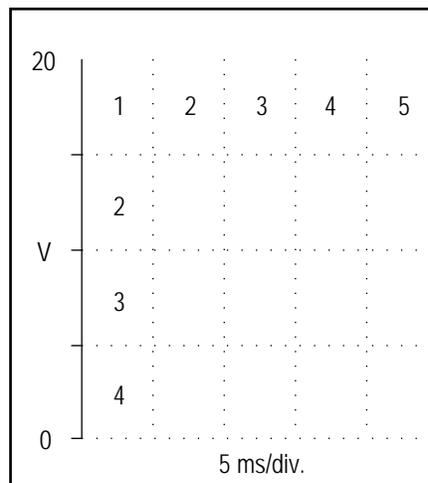
L'oscilloscope numérique permet de garder en mémoire l'oscillogramme des formes d'onde pour une visualisation ultérieure. Parfois, il peut être relié à un ordinateur personnel lequel téléchargera l'oscillogramme sur son disque dur. Une telle fonction est particulièrement utile dans la recherche de l'origine d'un problème intermittent lors d'un essai routier. L'oscillogramme ainsi acquis peut être comparé à un oscillogramme de référence. L'enregistrement d'oscillogrammes de référence peuvent servir à cette fin. La possibilité d'imprimer des oscillogrammes avec et sans défauts permettent de créer des fiches de référence techniques pour des besoins de documentation.

L'écran de l'oscilloscope numérique

En général, l'écran de l'oscilloscope numérique est divisé en quatre (4) divisions verticales et en cinq (5) divisions horizontales. L'ensemble qui forme un quadrillage est appelé «graticule».

ÉCRAN DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Représentation des divisions verticales et horizontales



La gamme de tension ou gain par divisions (volts/division) peut être déterminée en divisant le voltage maximale de l'échelle (0 à 20 volts) par le nombre de divisions. L'exemple de la figure ci-dessus montre 5 volts par division de graticule (20 V divisés par 4 divisions = 5 V/div.).

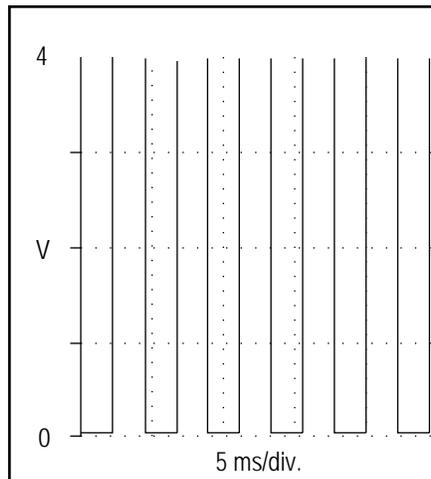
La base de temps est différente. L'exemple de la figure ci-dessus montre que la valeur de la base de temps est de 5 millisecondes (ms) par division de graticule. L'écran d'affichage entier illustré couvre une période de temps de 25 millisecondes au total (5 ms/div. multipliés par 5 divisions = 25 ms).

Les réglages de la forme d'onde

La gamme de tension (axe vertical) et la base de temps (axe horizontal) sont tous les deux réglables, chacune contrôle comment la forme d'onde doit être affichée. Le réglage de la gamme de tension contrôle l'amplitude, c'est-à-dire: la hauteur de la forme d'onde. Le réglage de la base de temps détermine si la forme d'onde est allongée ou compressée.

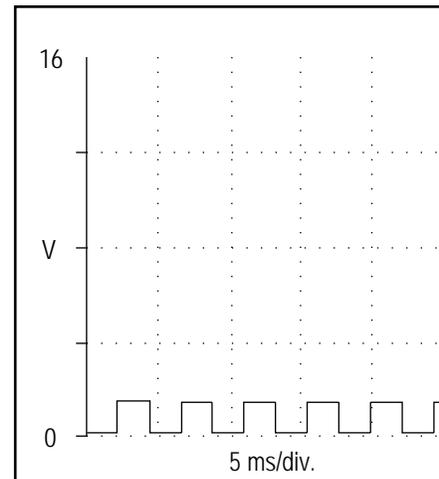
RÉGLAGE DE LA FORME D'ONDE

Valeur d'opération de la gamme de tension



Signal allongé

Valeur des volts par division réglée trop basse

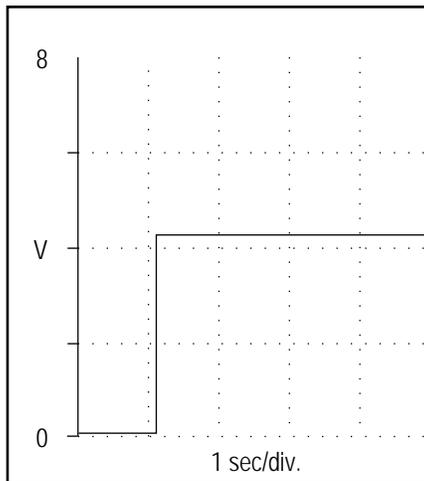


Signal compressé

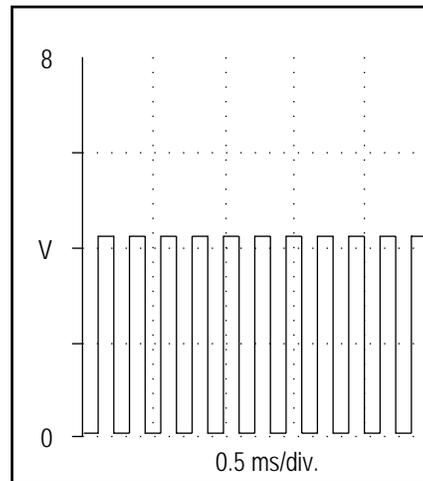
Valeur des volts par division réglée trop haute

RÉGLAGE DE LA FORME D'ONDE

Valeur d'opération de la base de temps



Signal allongé
Valeur du temps par division réglée trop basse



Signal compressé
Valeur du temps par division réglée trop haute

À cause de la variabilité du signal, il est habituellement nécessaire de régler la gamme de tension (axe vertical) et la base de temps (axe horizontal) pour chaque forme d'onde jusqu'à qu'on obtienne autant de signaux qu'on a besoin d'afficher à l'écran de l'oscilloscope pour fin d'analyse.

CHAPITRE

2

TYPES
DE
FORMES D'ONDE

INTRODUCTION

Savoir utiliser adéquatement un oscilloscope numérique constitue un premier pas vers le diagnostic recherché, mais ce n'est pas suffisant. Encore faut-il que le technicien qui manipule l'oscilloscope sache interpréter les principales formes d'onde affichées à l'écran de l'oscilloscope.

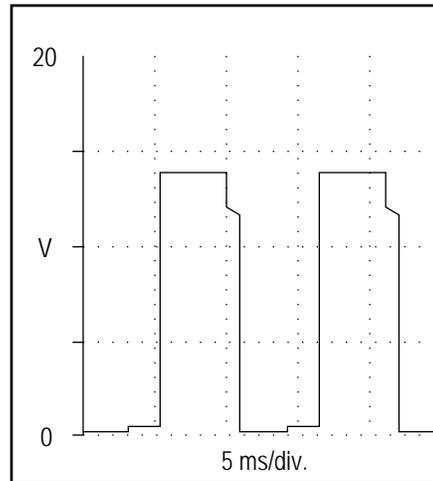
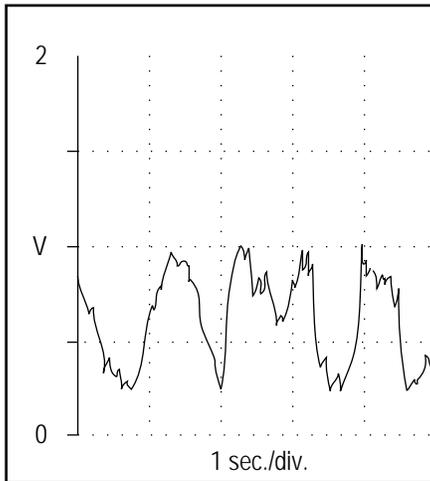
Les signaux électriques affichés à l'écran de l'oscilloscope numérique sont appelés «oscillogrammes» (tracés représentant la tension). Leur forme ou leur apparence peut être très différent, mais dans tous les cas, ils correspondront soit à un *signal analogique*, soit à un *signal numérique*.

Les formes d'onde peuvent être classées en deux catégories: les *formes d'onde analogiques* et les *formes d'onde numériques*.

La majorité des formes d'onde générées par les capteurs et les sondes des systèmes électroniques des véhicules automobiles sont analogiques et ils s'apparentent à une forme d'onde sinusoïdale. Les formes d'onde numériques sont, pour la plupart, générées par un interrupteur unipolaire (ON/OFF switch) ou un capteur à effet Hall et la forme d'onde ressemble à une simple forme carrée appelée «onde carrée» présentant des coins carrés. La figure de la page suivante montre l'exemple de formes d'onde analogiques et numériques.

FORMES D'ONDE

Analogiques et numériques



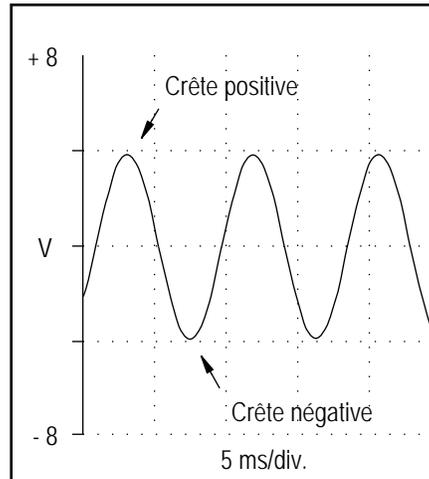
Ce qui est le plus important dans l'interprétation des formes d'onde, c'est d'être capable de reconnaître une bonne forme d'onde d'une mauvaise et d'être capable de savoir qu'est-ce qui affecte cette forme d'onde.

Les formes d'onde analogiques

Le voltage dans les circuits analogiques alterne entre une valeur de voltage de crête (Peak) positive et une valeur de voltage de crête négative. Ce type de voltage alternatif produit une onde dite «sinusoïdale» lorsque les montées et les descentes sont identiques et symétriques par rapport à l'axe horizontal ou, encore, une forme d'onde qui ressemble à une onde sinusoïdale. La figure de la page suivante montre l'exemple d'un générateur d'impulsions magnétique celui du capteur de vitesse du véhicule (Vehicle Speed Sensor - VSS). Comme on peut le constater, le voltage change constamment de polarité.

FORME D'ONDE ANALOGIQUE

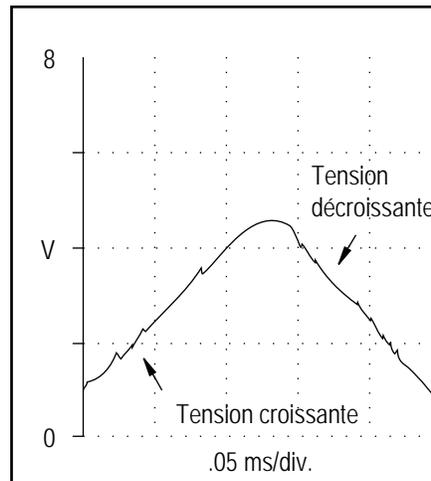
Onde sinusoïdale



La tension dans un circuit analogique peut aussi varier n'importe où entre une basse et une haute valeur de voltage. La figure de la page suivante montre l'exemple d'un potentiomètre, celui du capteur de position du papillon (Throttle Position sensor - TP sensor), le voltage varie entre 0 - 5 volts dépendant de la position du papillon.

FORME D'ONDE ANALOGIQUE

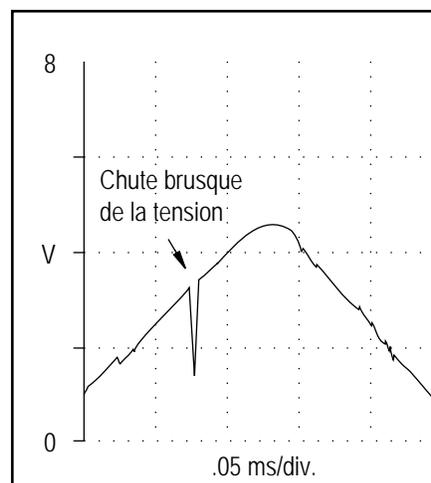
Tension croissante, puis décroissante



La forme d'onde analogique devrait être relativement régulière et avoir un minimum de hachures ou de courtes chutes de tension. Une chute de tension abrupte inattendue sur la trace indique un défaut du capteur, une mauvaise connexion ou une mauvaise masse.

IDENTIFICATION DE DÉFAUTS

Signal d'une forme d'onde analogique

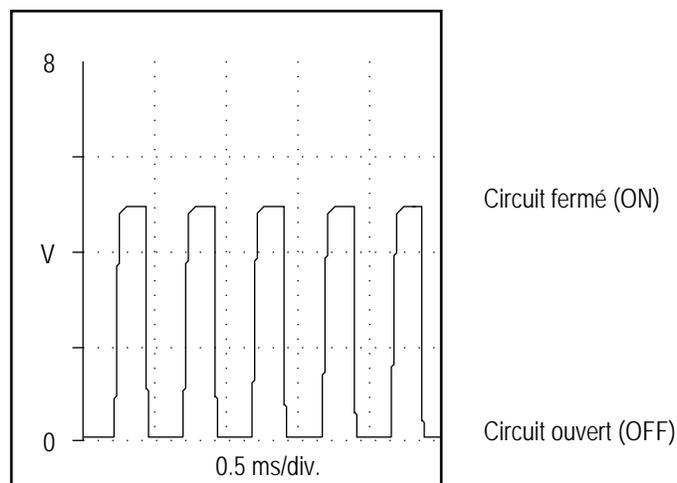


Les formes d'onde numériques

Les ondes carrées, comme groupe, sont la représentation visuelle d'un signal généré par des capteurs à effet Hall lesquels sont communément utilisés directement par les micro-ordinateurs de bord sans être modifiées à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique (A/N) parce que le signal numérique est soit «circuit fermé» (ON) ou «circuit ouvert» (OFF) d'une durée égale mais, pouvant être variable dans le temps par seconde, et que, ces états de «fermé/ouvert» (ON/OFF), peuvent être facilement transférés en langage binaire, sans conversions, composé de deux chiffres: zéro (0) et un (1). Le micro-ordinateur compte les états «fermé/ouvert» et détermine la fréquence du signal. Cette information est alors utilisée dans les nombreux calculs qu'accomplit le micro-ordinateur pour contrôler ou commander les différents actionneurs du système électronique.

FORME D'ONDE NUMÉRIQUE

Ondes carrées



Le terme «onde carrée» est souvent utilisé comme description générique d'un signal numérique de formes d'onde s'apparentant à des carrés ou pour désigner tout tracé présentant des coins carrés. Par définition, une onde carrée est une durée d'une impulsion (Pulse Width - PW) modulant la forme d'onde où la durée du circuit fermé (On time) est égale à celle du

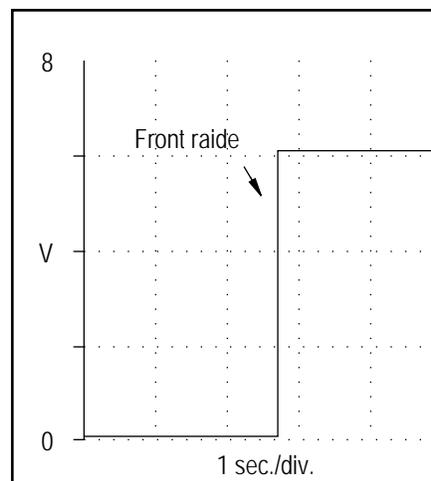
circuit ouvert (Off time). En d'autres mots, représentant un rapport cyclique (Duty cycle) de 50% ou un coefficient d'utilisation de 50%.

Il y a aussi des actionneurs qui sont contrôlés de façon numérique par le micro-ordinateur. Ce dernier les contrôle en variant le rapport cyclique du signal de sortie. Les actionneurs sont modulés par la durée d'impulsion et la forme d'onde, ainsi produite, est aussi considérée comme une onde carrée.

Les formes d'onde à front raide (Step waveforms), un autre type de forme d'onde carrée, sont produites par des interrupteurs tel que le contacteur «Park/Neutral» où le circuit est ouvert ou fermé (On/Off) occasionnellement.

FORME D'ONDE NUMÉRIQUE

Onde à front raide

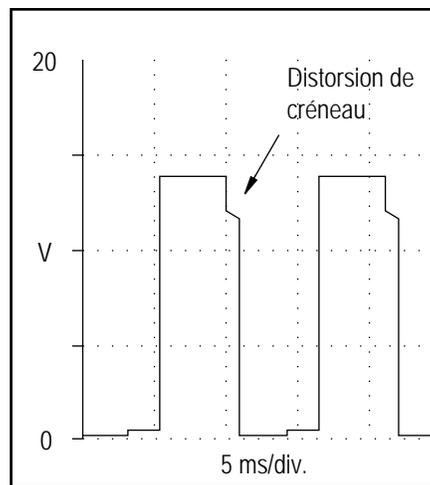


Dans la plupart des cas, la configuration des formes d'onde carrées auront un tracé présentant des coins carrés. La configuration devrait apparaître uniforme durant un régime moteur et une charge maintenus inchangés. La figure de la page suivante révèle une forme d'onde carrée non parfaite mais, néanmoins, elle est correcte. Le coin irrégulier, appelé «distorsion de créneau» (Notch distortion) ou «changement d'amplitude» (transition distortion) en haut à droite de

la forme d'onde, est une caractéristique de certains systèmes d'allumage électronique. Des exceptions, tel que ce carré irrégulier, sont apprises par l'expérience et peuvent être aussi trouvées comme exemple dans les manuels de service des fabricants d'équipements spécialisés d'origine.

IDENTIFICATION DE DÉFAUTS

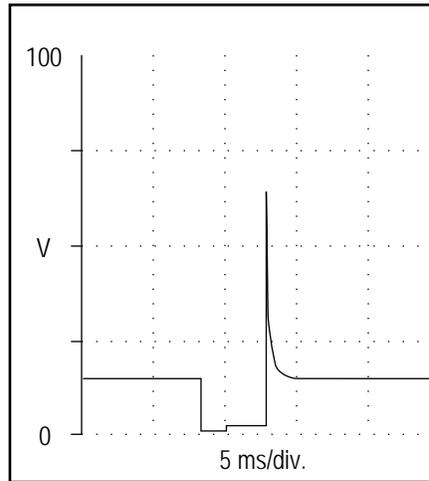
Signal de formes d'onde numériques



Parfois, Il y a quelques formes d'onde qui peuvent afficher, à la fois, des caractéristiques de formes d'onde analogiques et numériques. La figure de la page suivante montre l'exemple d'un oscillogramme d'un circuit de commande d'injecteur qui est un signal analogique dont la forme d'onde possède la caractéristique de l'onde carrée.

FORME D'ONDE PARTICULIÈRE

Onde analogique/numérique



CHAPITRE

3

CONCEPTS ET TERMES
DES
FORMES D'ONDE

INTRODUCTION

Quand on visualise l'oscillogramme d'un signal électrique affiché à l'écran d'un oscilloscope numérique, on devrait se poser les questions suivantes:

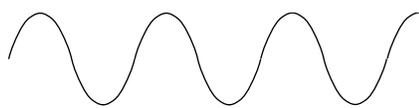
- Quel est le type de signal électrique que génère le composant vérifié?
- Est-ce que l'oscillogramme ressemble à ce qu'il devrait être?
- Est-ce que le signal électrique est émis au bon moment?
- Est-ce que le temps en fonction du signal électrique est correct?
- Est-ce que la fréquence du signal électrique est appropriée?
- Est-ce que le rapport cyclique du signal électrique est conforme?
- Est-ce que l'amplitude de la tension est correcte?
- Est-ce que l'oscillogramme du signal électrique présente des défauts?
- Est-ce que l'oscillogramme du signal électrique s'apparente aux autres oscillogrammes?

Les types de signaux électriques

Les signaux électriques affichés à l'écran d'un oscilloscope numérique sont appelés «oscillogrammes» (tracés représentant la tension). Leur forme ou leur apparence peut être très différent, mais dans tous les cas, ils correspondent soit à un *signal analogique*, soit à un *signal numérique*.

TYPES DE SIGNAUX ÉLECTRIQUES

Exemples de signaux analogiques



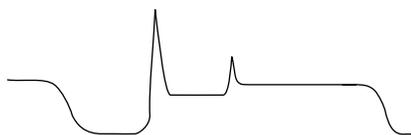
Onde sinusoïdale positive



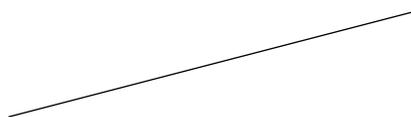
Onde sinusoïdale négative



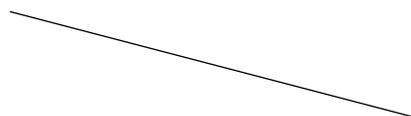
Onde en dents de scie



Onde constamment irrégulière



Tension s'accroissant régulièrement



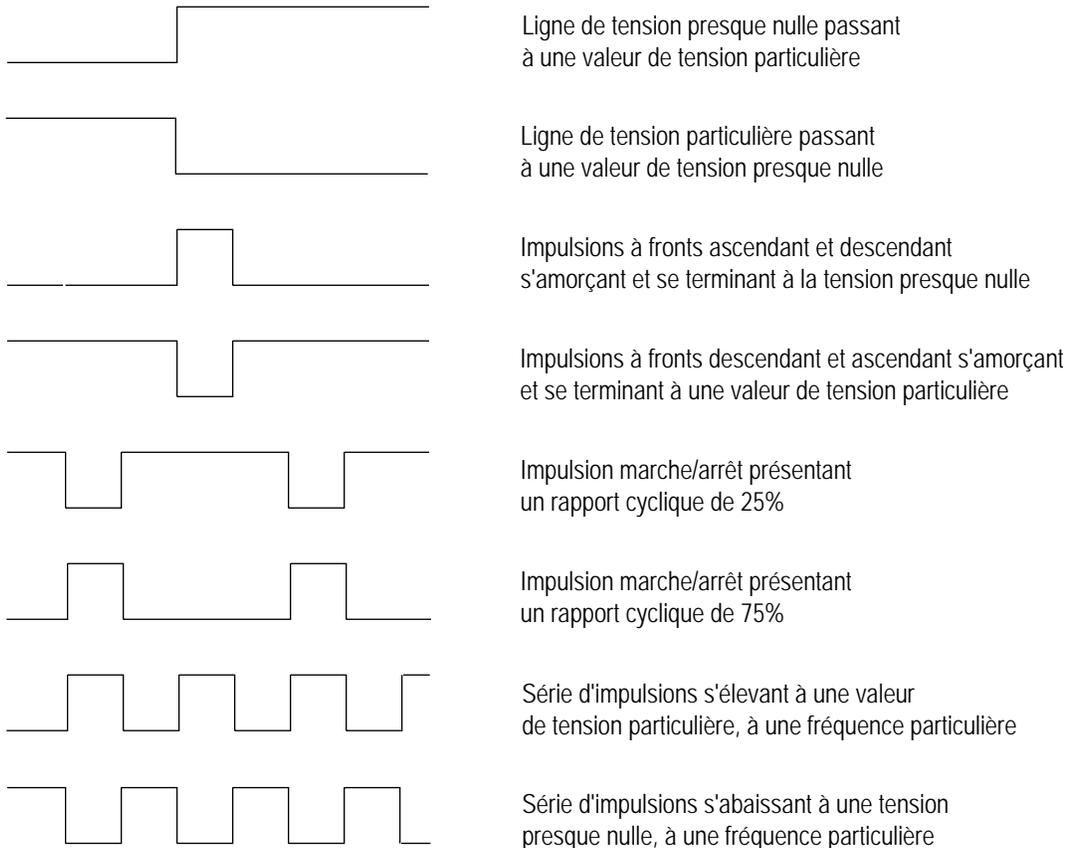
Tension diminuant régulièrement



Tension s'accroissant, puis diminuant

TYPES DE SIGNAUX ÉLECTRIQUES

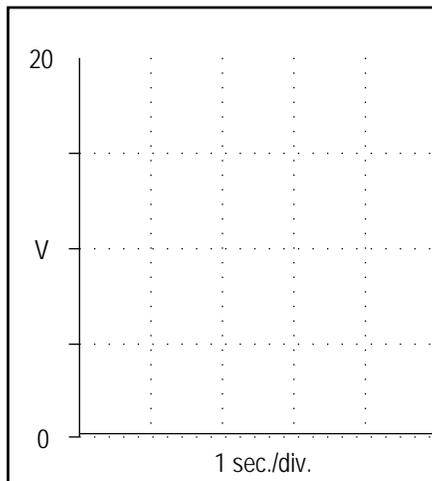
Exemples de signaux numériques



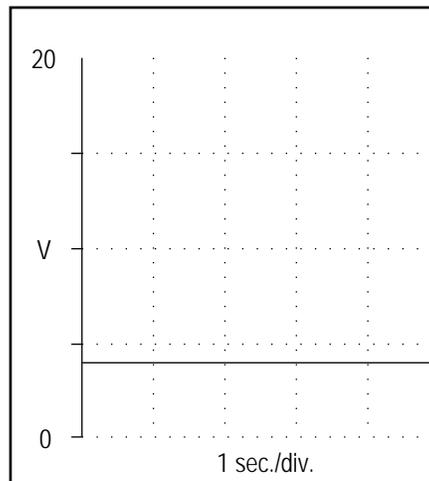
Les oscillogrammes obtenus à partir de signaux analogiques et numériques peuvent être similaires si un signal reste à un état stable pendant une certaine période, particulièrement lorsque la valeur du temps par division est basse et que celle des volts par division est élevée. En modifiant la valeur du temps par division et des volts par division, il est possible de déterminer si le signal est analogique ou numérique. Toutefois, dans certains cas, il peut être nécessaire de savoir quel type de signal électrique est émis par le composant vérifié. La figure de la page suivante montre des exemples d'oscillogrammes illustrant des lignes droites à tension presque nulle (état bas) ou à une valeur de tension particulière (état élevé).

SIGNAUX ÉLECTRIQUES NON DISTINCTIFS

Valeur du temps par division est trop basse et celle des volts par division est trop élevée



Ligne droite correspondant à une tension presque nulle



Ligne droite correspondant à une valeur de tension particulière

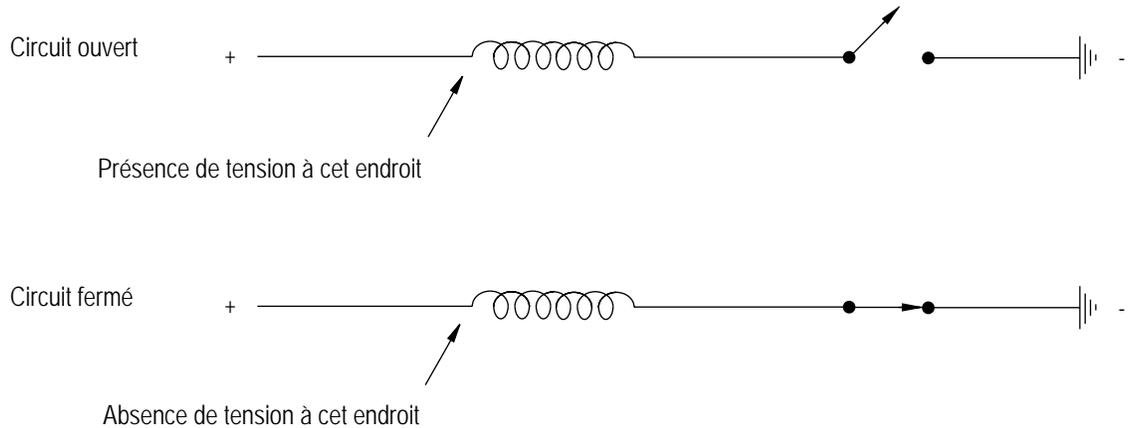
C'est ainsi que la forme de l'oscillogramme représentant un signal électrique peut être modifiée à un point tel qu'il ne pourrait plus être reconnu ou qu'il disparaisse de l'écran.

Le mode de commande par le côté masse

Lorsqu'un consommateur (composant électrique) est mis sous ou hors tension par le côté masse de son circuit, on dit qu'il est «commandé par la masse» (Ground-side-control). Le courant électrique, provenant de la source de courant, se rend d'abord au consommateur, puis, ensuite, au contacteur relié à la masse. La majorité des injecteurs d'essence sont commandés de cette façon. Le micro-ordinateur commande l'injecteur en fermant le circuit à la masse.

MODE DE COMMANDE DU SIGNAL ÉLECTRIQUE

Par le côté masse

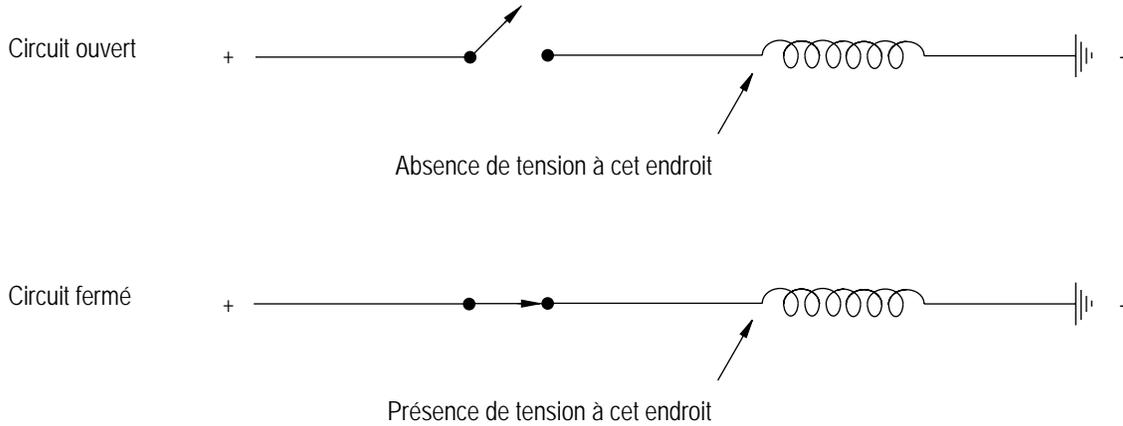


Le mode de commande par le côté alimentation

Lorsqu'un consommateur (composant électrique) est mis sous ou hors tension par le côté alimentation de son circuit, on dit qu'il est commandé par le «côté alimentation» (Feed-side-control). Le courant électrique, provenant de la source, se rend d'abord au contacteur, puis, ensuite, au consommateur relié à la masse. Ce type de circuit est rarement utilisé dans les systèmes électroniques appliqués à l'automobile.

MODE DE COMMANDE DU SIGNAL ÉLECTRIQUE

Par le côté alimentation



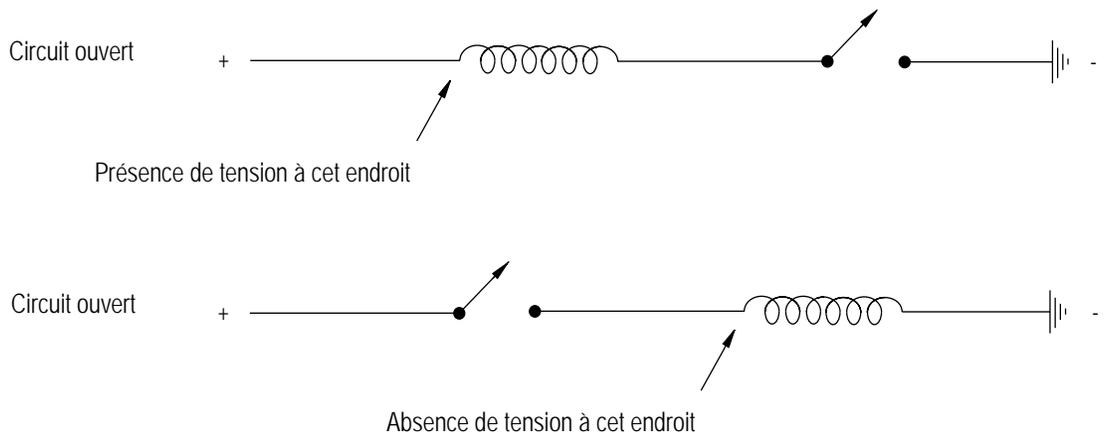
L'analyse d'une forme d'onde exige, la plupart du temps, l'information précise du point de départ du signal électrique

La recherche du mode de commande

Si l'on ne connaît pas le mode de commande du composant électrique, il suffit de vérifier s'il y a présence de tension du côté alimentation du composant quand ce dernier n'est pas en service. Si c'est le cas, il s'agit d'un composant commandé par la masse. Dans le cas contraire, il s'agit d'un composant commandé par le côté alimentation.

RECHERCHE DU MODE DE COMMANDE

Endroit à vérifier et état du circuit

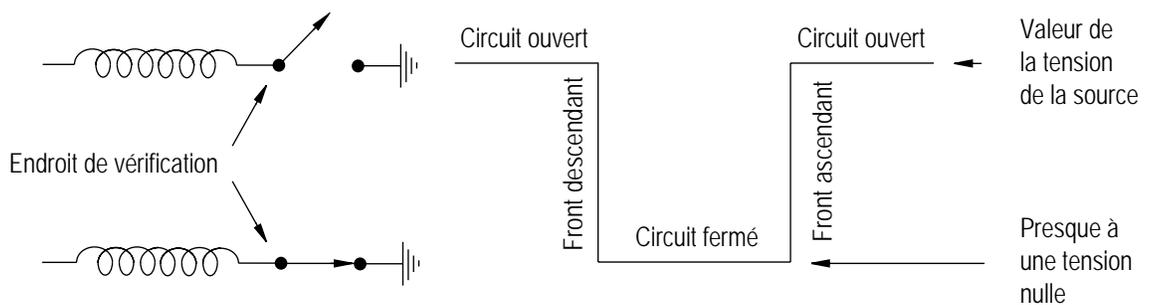


La forme d'onde commandée par le côté masse

La vérification de la tension du côté masse du composant électrique devrait indiquer une tension sensiblement égale à celle de la source (tension appliquée) lorsque le circuit de mise à la masse est ouvert. Dans un pareil cas, on considère que le composant est hors circuit (OFF) ou hors fonction.

FORME D'ONDE COMMANDÉE PAR LE CÔTÉ MASSE

Tension contrôlée depuis le côté masse du composant



Lorsque le circuit de mise à la masse est fermé (continuité), la tension chute passant de la valeur de la tension appliquée (état élevé) à une valeur presque nulle (état bas). Ainsi, le composant passe de l'état de repos à l'état de fonctionnement.

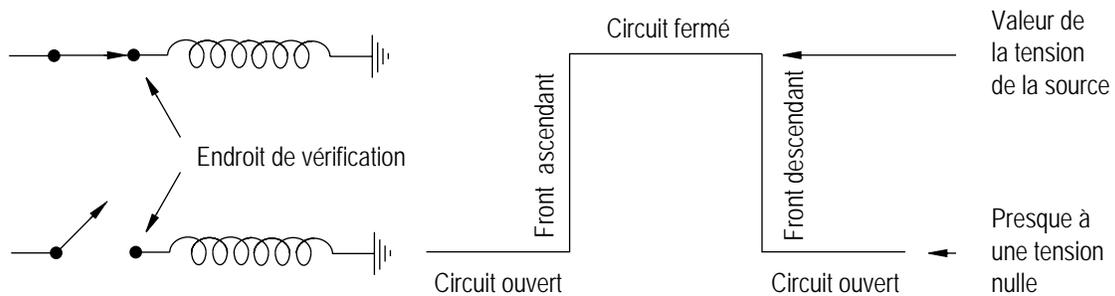
En conclusion, la valeur de la tension contrôlée du côté masse (côté présentant le contacteur) d'un composant relié à ce type de circuit devrait être élevée lorsque le circuit électrique est ouvert (OFF) ou quand le composant est hors service, et basse lorsque le circuit est fermé (ON) ou quand le composant fonctionne.

La forme d'onde commandée par le côté alimentation

La vérification de la tension du côté alimentation du composant électrique devrait indiquer une valeur presque égale à zéro lorsque le contacteur est ouvert. Dans un tel cas, la tension correspond à un état bas et on considère que le composant est hors circuit (OFF) ou hors fonction.

FORME D'ONDE COMMANDÉE PAR LE CÔTÉ ALIMENTATION

Tension contrôlée depuis le côté alimentation du composant



Lorsque le circuit d'alimentation est fermé (continuité), la valeur de la tension passe de presque zéro volt (état bas) à la valeur de la tension appliquée (état élevé). Ainsi, le composant passe de l'état de repos à l'état de fonctionnement.

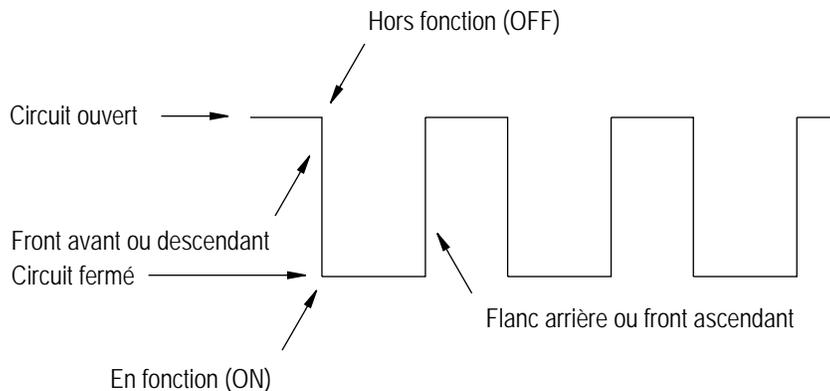
En conclusion, la valeur de la tension contrôlée du côté alimentation (côté présentant le contacteur) d'un composant relié à ce type de circuit devrait être à un état bas lorsque le circuit électrique est ouvert (OFF) ou quand le composant est hors service, et à un état élevé lorsque le circuit est fermé (ON) ou quand le composant fonctionne.

Le front avant

Le front avant (Leading edge) est la partie de la forme d'onde où le signal de tension se produit du temps «hors fonction» au temps «en fonction» (OFF/ON) appelé également «temps de montée d'une impulsion» (Leading-edge pulse time). C'est la transition entre un état bas à un état élevé ou le début de la durée de l'impulsion. Le front avant peut-être soit un front ascendant, soit un front descendant. Dans le cas d'un circuit électrique commandé par le côté masse, la partie de l'onde qui chute ou qui se déplace vers le bas est appelée «front avant ou descendant»

FRONT AVANT

Circuit électrique commandé par le côté masse

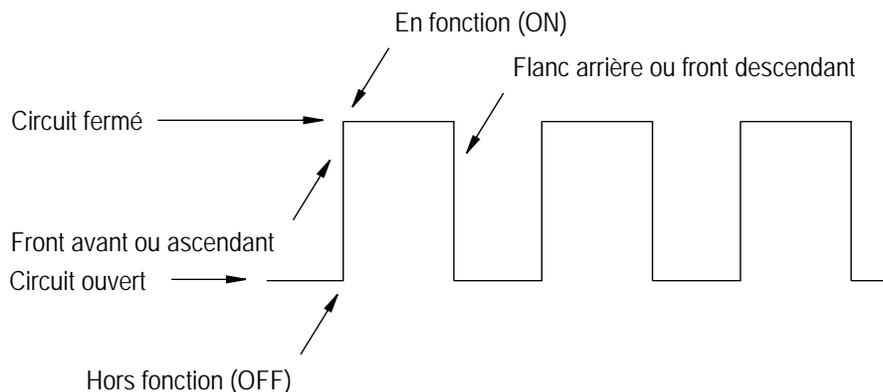


Le flanc arrière

Le flanc arrière (Trailing edge) est la partie de la forme d'onde où le signal de tension cesse du temps «en fonction» au temps «hors fonction» (ON/OFF) appelé également «temps de décroissance d'une impulsion» (Trailing-edge pulse time). C'est la transition entre un état élevé à un état bas ou, la fin de la durée de l'impulsion. Le flanc arrière peut-être soit un front ascendant, soit un front descendant. Dans le cas d'un circuit électrique commandé par le côté alimentation, la partie de l'onde qui chute ou qui se déplace vers le bas est appelée «flanc arrière» ou «front descendant».

FLANC ARRIÈRE

Circuit électrique commandé par le côté alimentation

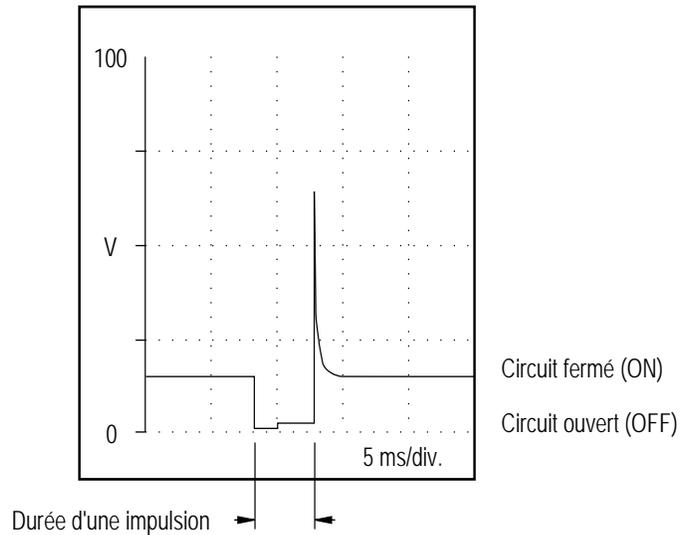


La durée d'une impulsion

La durée d'une impulsion (Pulse Width - PW) indique la durée du temps auquel est mis sous tension un composant (exemple d'un injecteur d'essence), c'est-à-dire, la durée de la mise sous tension du circuit au moment de la fermeture du circuit (ON) et le moment de son ouverture (OFF). D'ordinaire on parle de «temps en fonction».

DURÉE D'UNE IMPULSION

Exemple d'un injecteur d'essence



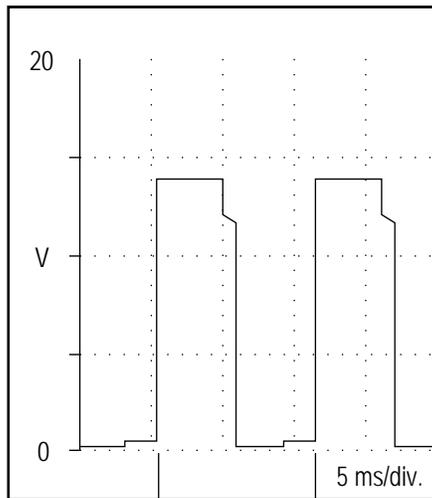
Plus grande est la durée de l'impulsion, plus grande est la quantité d'essence injectée dans l'admission d'air, d'où un mélange plus riche. Par contre, moins la durée de l'impulsion est grande, moins la quantité d'essence injectée dans l'admission d'air est grande, car l'injecteur n'est ouvert que pendant une courte période, ce qui se traduit par un mélange plus pauvre.

Le cycle

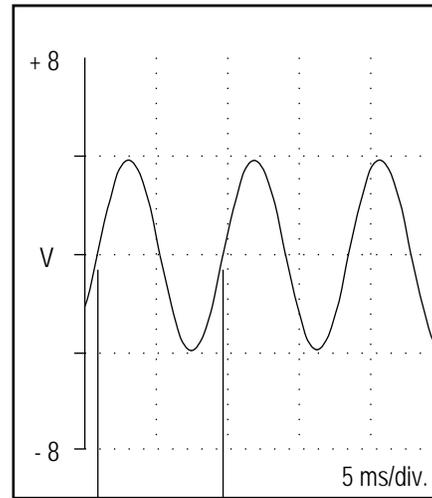
Le cycle est une section individuelle de la forme d'onde quand cette dernière se répète. Dans le cas d'une onde de forme carrée, le cycle est la distance entre le front avant d'une onde et le front avant de l'onde suivante. Pour le cas d'une forme d'onde sinusoïdale, le cycle est la distance entre le début de changement de polarité d'une onde et le début de changement de polarité de l'onde suivante. En d'autres mots, c'est l'ensemble complet de valeurs positives et négatives d'une onde positive et d'une onde négative.

CYCLE

Illustration de formes d'onde carrées et sinusoïdales



Formes d'onde carrées



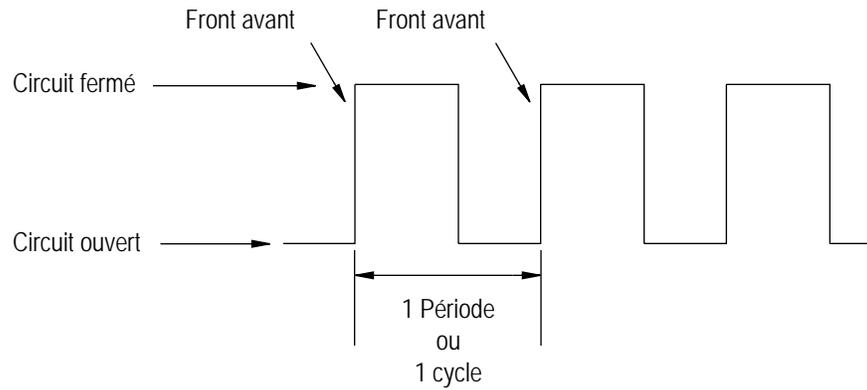
Formes d'onde sinusoïdales

La période

La période est la durée de temps qui s'est écoulée durant un (1) cycle d'une forme d'onde répétitive.

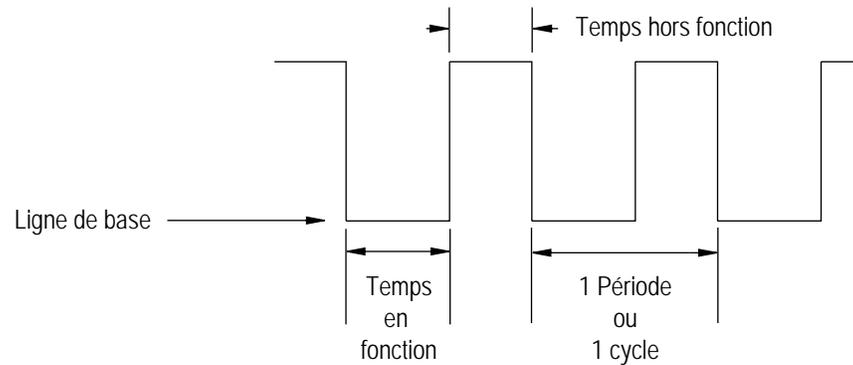
PÉRIODE

Illustration d'une période de formes d'onde carrées



PÉRIODE

Illustration du temps en fonction du signal par rapport au temps total d'un cycle



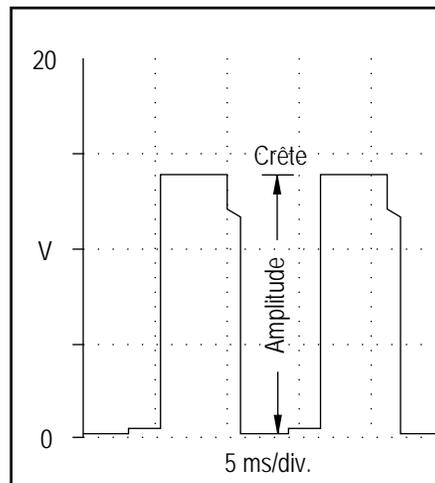
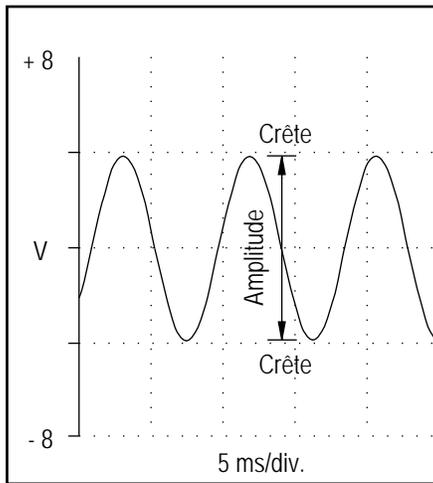
L'amplitude

L'amplitude d'un signal analogique périodique est la distance mesurée de crête à crête (Peak to peak), c'est-à-dire de la partie inférieure de l'onde négative à la partie supérieure de l'onde suivante au cours du cycle du signal.

L'amplitude d'une forme d'onde numérique est la distance du niveau de la base à la valeur de crête maximum, c'est-à-dire entre le maximum et le minimum de voltage.

AMPLITUDE

Illustration de l'amplitude de formes d'onde carrées et sinusoïdales

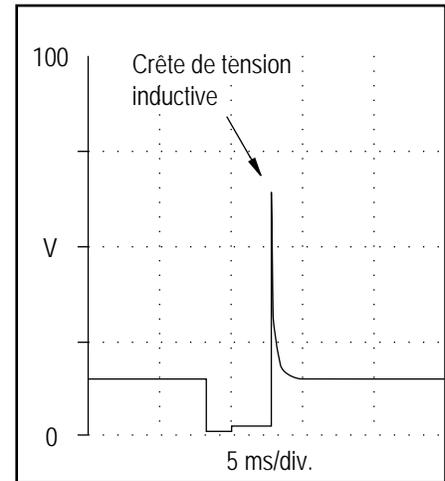
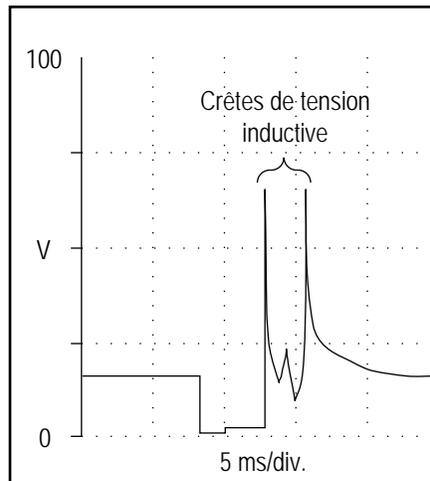


La crête de tension inductive

La crête de tension inductive (Inductive kick) est un phénomène causé par l'induction électromagnétique, appelée «auto-induction», se produisant dans l'enroulement du solénoïde de l'injecteur lorsque le champ magnétique s'affaisse. Ce phénomène se remarque très bien sur l'oscillogramme des injecteurs peut importe le type de système d'injection de carburant.

CRÊTE DE TENSION INDUCTIVE

Exemple des injecteurs d'essence

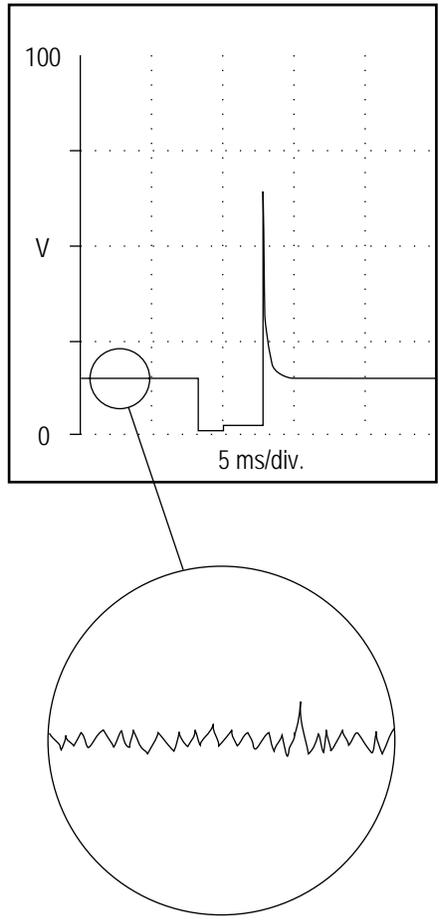


Le bruit de circuit

Le bruit de circuit (Circuit noise) est causé par l'interférence d'un autre circuit porteur d'une haute tension provenant d'interférences électromagnétiques (Electromagnetic Interference - EMI), d'interférences de fréquences radio (Radio Frequency Interference - RFI), de la défectuosité du composant du circuit ou d'une mauvaise connexion entre le composant et le micro-ordinateur de bord. Le bruit de circuit apparaît sur la forme d'onde comme de petites pointes (Spikes) ou de montées de tension irrégulières (Rough edges)) et peut envoyer un faux signal au micro-ordinateur.

BRUIT DE CIRCUIT

Exemple d'une partie d'un tracé grossie



Le bruit peut rester constant, ou bien, il peut augmenter quand le régime du moteur augmente. En temps normal, il y a toujours un peu de bruit de circuit sur les circuits électroniques et électriques mais, un problème potentiel peut exister quand le bruit de circuit est excessif.

CHAPITRE

4

MESURE
DE
L'OSCILLOGRAMME

INTRODUCTION

Pour mesurer les impulsions des signaux électriques numériques, on doit tenir compte de quatre paramètres importants lesquels sont:

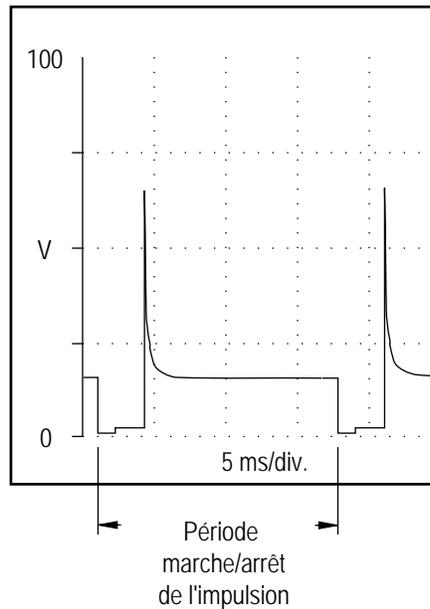
- la période marche/arrêt de l'impulsion;
- la valeur de la tension;
- la fréquence de répétition des impulsions;
- le rapport cyclique.

La période marche/arrêt de l'impulsion

La période marche/arrêt de l'impulsion (cycle) d'un injecteur d'essence correspond à l'intervalle compris entre deux fermetures du circuit alimentant un injecteur (cycle marche/arrêt complet).

MESURE DE LA PÉRIODE D'UNE IMPULSION

Exemple d'un injecteur d'essence



Si l'oscillogramme est trop étiré, l'oscilloscope ne peut afficher deux impulsions successives transmises à l'injecteur. En pareil cas, il faut réduire la taille de l'oscillogramme jusqu'à ce que deux impulsions soient affichées à l'écran.

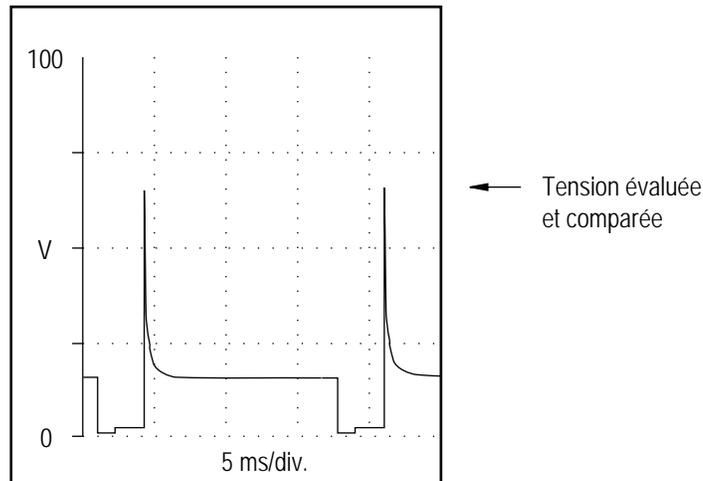
Utiliser la fonction « curseurs de mesure » (droites) des commandes de l'oscilloscope pour mesurer la période marche/arrêt de l'impulsion. Les mesures doivent être prises à partir d'une fermeture de circuit à l'autre. La valeur de la période marche/arrêt de l'impulsion devrait être affichée à l'écran de l'oscilloscope numérique.

La valeur de la tension

En comparant la mesure de tension des périodes où les injecteurs d'essence sont sous tension et des crêtes de tension inductives, on peut obtenir d'importants renseignements sur le fonctionnement de ces derniers.

MESURE DE LA TENSION

Exemple d'un injecteur d'essence

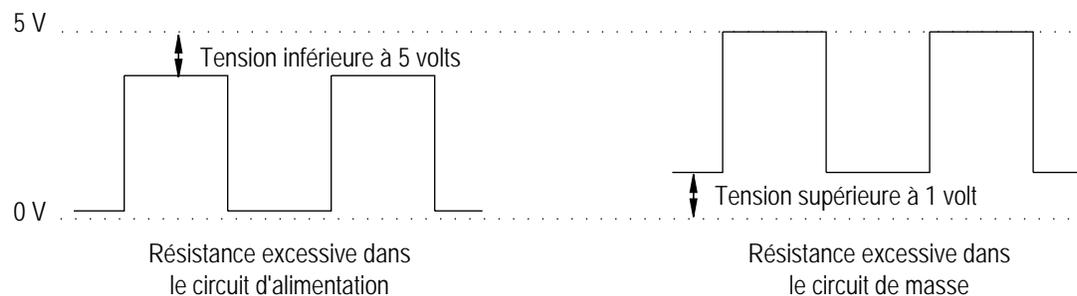


Utiliser la fonction « curseurs de mesure » (droites) des commandes de l'oscilloscope pour mesurer l'écart de tension entre deux points de l'oscillogramme. La valeur de la tension devrait être affichée à l'écran de l'oscilloscope numérique.

L'analyse des temps « en fonction » et « hors fonction » de l'oscillogramme permet de détecter une résistance excessive dans le circuit d'alimentation du composant ou dans son circuit de masse.

OSCILLOGRAMME RELATIF À UNE RÉSISTANCE EXCESSIVE

Exemple d'un capteur à effet Hall



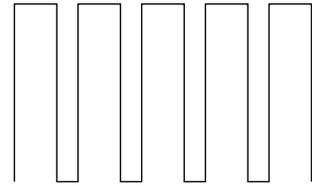
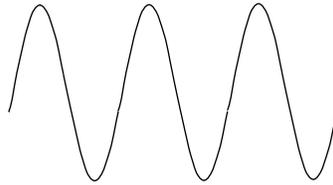
La fréquence de répétition des impulsions

La fréquence de répétition des impulsions (Pulse-repetition frequency) d'un signal, parfois appelée « rythme d'impulsion », est le nombre de fois qu'une forme d'onde répétitive se répète durant une seconde ou encore, le nombre de cycles par seconde - plus le nombre de cycles par seconde est important, plus la fréquence est élevée et plus la durée du cycle est faible.

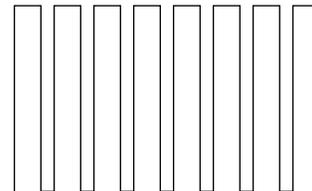
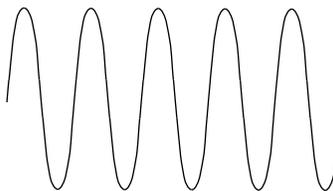
MESURE DE LA FRÉQUENCE

Signaux électriques d'ondes carrées et sinusoïdales

Signaux de basse fréquence
Peu de cycles par seconde
Longue durée du cycle



Signaux de fréquence élevée
Beaucoup de cycles par seconde
Courte durée du cycle



Formes d'onde
sinusoïdales

Formes d'onde
carrées

Dans le cas d'un injecteur d'essence, la fréquence de répétition des impulsions de ce dernier correspond au nombre de fois où celui-ci reçoit une impulsion (en fonction) pendant une seconde.

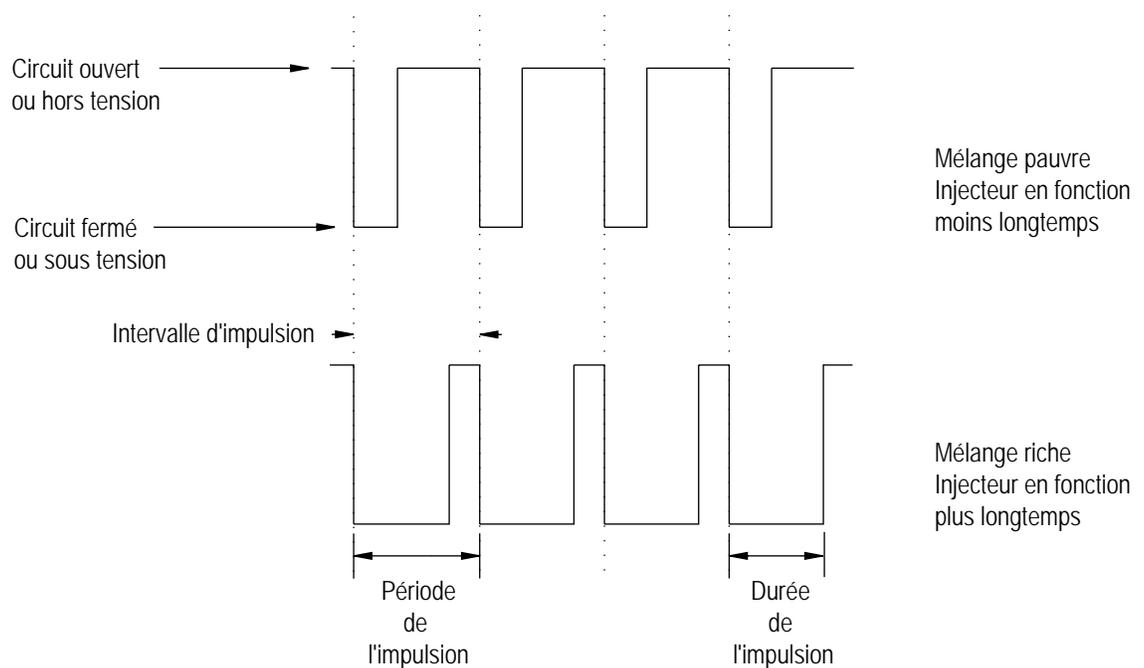
Utiliser la fonction « curseurs de mesure » (droites) des commandes de l'oscilloscope pour mesurer la fréquence (symbolisée f) de répétition des impulsions entre deux points de l'oscillogramme. La valeur de la fréquence de répétition des impulsions, mesurée en hertz (Hz), devrait être affichée à l'écran de l'oscilloscope numérique.

Le rapport cyclique

Le rapport cyclique (Duty cycle), appelé également «coefficient d'utilisation» correspond au pourcentage (%) de temps à un circuit mis sous tension (ON) comparé au total de temps dudit circuit «sous et hors tension» (ON/OFF). Dans le cas d'un injecteur, le rapport cyclique correspond à la durée d'une impulsion (période où l'injecteur est en fonction) divisée par la période de l'impulsion (durée complète du cycle marche/arrêt).

MESURE DU RAPPORT CYCLIQUE

Exemple d'un injecteur d'essence



En d'autres mots, le rapport cyclique est déterminé en divisant la durée de l'impulsion (temps du signal) par la période de l'impulsion (temps du cycle) et en multipliant le résultat par 100.

RAPPORT CYCLIQUE

Formule

$$\text{Rapport cyclique} = \frac{\text{Durée de l'impulsion en ms}}{\text{Période de l'impulsion en ms}} \times 100$$

Exemple de calcul: Si une onde carrée est caractérisée par une durée «en fonction» de 3,75 ms (durée de l'impulsion) et une durée «hors fonction» de 121,25 ms, la période de l'impulsion sera donc de $(3,75 \text{ ms} + 121,25) = 125 \text{ ms}$. Ainsi, avec l'aide de la formule on obtiendra:

$$\text{Rapport cyclique} = \frac{3,75 \text{ ms}}{125 \text{ ms}} \times 100 = 3\%$$

CHAPITRE

5

FONCTIONS
DE
L'OSCILLOSCOPE
NUMÉRIQUE

INTRODUCTION

L'utilisation d'un oscilloscope numérique demande, de la part de son utilisateur, une bonne maîtrise des commandes de l'appareil et une excellente compréhension de son affichage.

La maîtrise des commandes d'un oscilloscope numérique n'est pas un aussi grand défi qu'il en paraît. L'apprentissage de l'emploi d'un oscilloscope est juste une affaire de pratique. Une approche conforme à son utilisation peut aussi aider à la simplicité de son emploi.

Quand on a à recourir aux commandes de l'appareil, on se doit d'être proche des réglages que rendent possibles ces fonctions de base suivantes:

- déviation verticale;
- déviation horizontale;
- déclencheur;
- écran d'affichage.

Si la forme d'onde ne semble pas correcte, il faut se poser les questions suivantes:

- Est-ce que la forme d'onde est allongée ou compressée? Au besoin, corriger la déviation verticale à l'aide de la commande appropriée;
- Est-ce que la forme d'onde est assez visible? Voit-on les détails nécessaires à son analyse? Au besoin, corriger la déviation horizontale à l'aide de la commande appropriée;

- Est-ce que la forme d'onde est stable ou traverse-t-elle l'écran d'affichage? Au besoin, ajuster le déclencheur (Trigger) à l'aide de la commande appropriée;
- Est-ce le bon canal (Channel) qui apparaît à l'écran d'affichage? Est-ce que l'illumination est correcte? Au besoin, régler la luminosité à l'aide de la commande de contraste.

La fonction configuration automatique

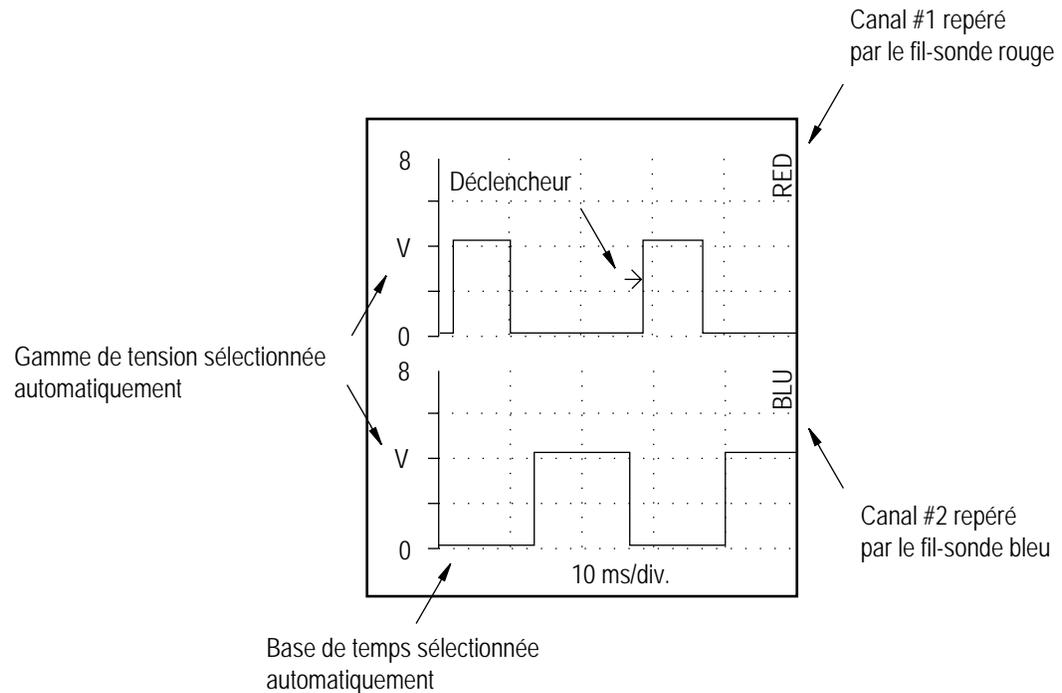
La fonction configuration automatique (Auto Setup) est utile si vous essayez de visualiser un signal d'entrée avec lequel vous n'êtes pas familier. À chaque changement du signal d'entrée, cette fonction, très commode, installe automatiquement les paramètres suivants:

- place la gamme de tension pour chacun des canaux sélectionnés;
- place la base de temps pour les canaux sélectionnés;
- place le déclencheur sur le premier des canaux sélectionnés à un niveau correct de déclenchement.

D'autres paramètres additionnels de réglages peuvent être faits dès l'instant que la forme d'onde apparaît à l'écran.

FONCTION CONFIGURATION AUTOMATIQUE

Exemple à deux canaux



La fonction déclencheur

La fonction déclencheur (Trigger) est un moyen d'installer les conditions qui doivent être rencontrées par le signal d'entrée avant qu'une forme d'onde puisse être affichée à l'écran.

Le déclencheur est communément utilisé pour commencer le réaffichage d'une forme d'onde au même endroit sur l'écran, autrement la forme d'onde pourrait commencer n'importe où et apparaître quelque part sur l'écran.

Il y a de nombreux termes et concepts reliés à la fonction de déclenchement avec lesquels il faut se familiariser et qui sont:

Le temps de déclenchement: La position horizontale du déclencheur peut être ajustée soit vers la gauche ou vers la droite de l'écran.

Positionnez le déclencheur à gauche de l'écran si vous voulez observer la portion de la forme d'onde après que s'est opéré le déclenchement.

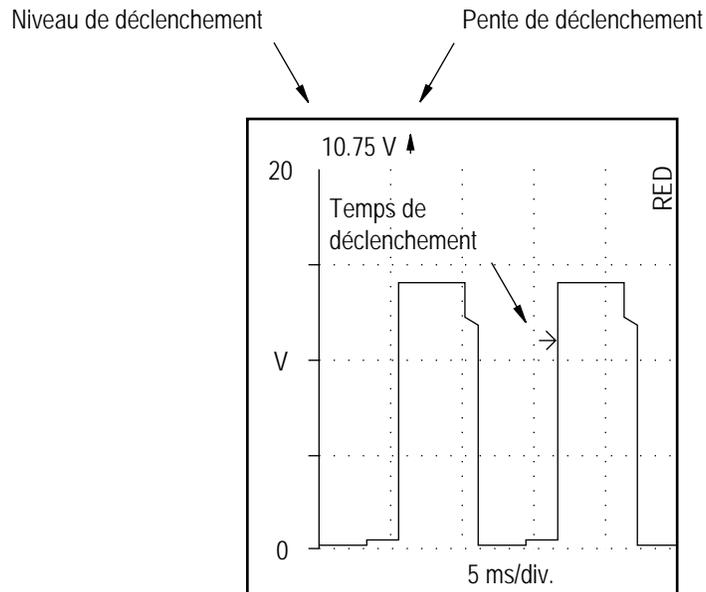
Positionnez le déclencheur à droite de l'écran si vous voulez observer la portion de la forme d'onde avant que s'est opéré le déclenchement.

Le niveau de déclenchement: La position verticale du déclencheur peut être ajustée soit en haut ou en bas à la valeur de la tension qui causera l'oscilloscope à déclencher et à afficher la forme d'onde.

La pente de déclenchement: Le déclencheur peut être installé de façon qu'il puisse déclencher soit sur une tension décroissante ou sur une tension croissante.

FONCTION DÉCLENCHEUR

Exemple à un canal



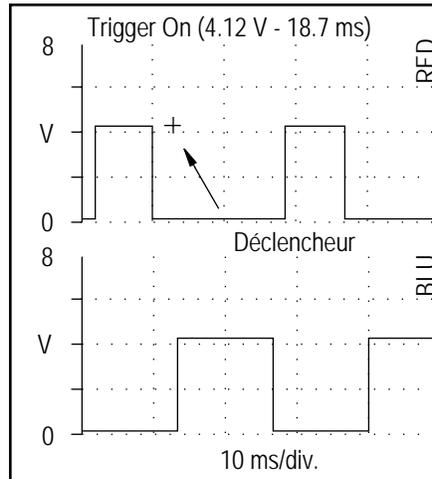
La fonction déclencheur sert à deux principales fonctions: Premièrement, le déclencheur synchronisera les formes d'onde afin qu'elles soient échelonnées les unes aux autres. Deuxièmement, le déclencheur peut être utilisé pour afficher une forme d'onde quand et si une valeur de tension est pré-établie comme échantillon (repère).

La première fonction, synchronisation des formes d'onde, est nécessaire pour stabiliser une ou plusieurs formes d'onde afin qu'elles commencent à un même endroit à l'écran, autrement, elles apparaîtraient dévier à travers l'écran ou rebondiraient en arrière et en avant.

Par exemple, si vous vouliez observer la forme d'onde du signal de référence du capteur de régime du moteur et la comparer à la forme d'onde du point d'allumage, choisissez la fonction configuration automatique (Auto Setup). Le déclencheur en forme de croix apparaîtra lequel peut être déplacé vers le haut, vers le bas, vers la gauche ou vers la droite de l'écran à l'aide des touches symbolisées par des flèches de l'oscilloscope numérique. Son emplacement permettra de suivre à l'écran le lien constant entre les deux signaux électriques.

FONCTION CONFIGURATION AUTOMATIQUE

Déclencheur en forme de croix

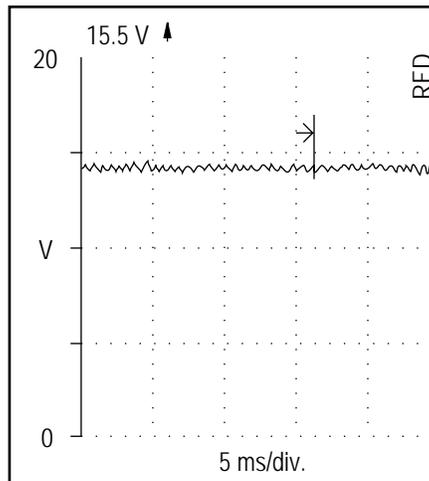


La seconde fonction, déclenchement à une valeur de tension pré-établie, peut être utilisée si vous voulez reproduire la forme d'onde seulement si elle allait au-dessus ou au-dessous d'une valeur spécifique.

Par exemple, vous suspectez que le régulateur de voltage, intégré à l'alternateur, est défectueux et, comme il en résulte, les pointes de tension qui se produisent dans le circuit de charge sont potentiellement endommageables. Installez le déclencheur au niveau de déclenchement souhaité. C'est-à-dire, au-dessus du seuil acceptable du voltage de sortie de l'alternateur, et faites tourner le moteur. Si l'oscilloscope échantillonne des données ayant une valeur de tension égale au niveau du déclencheur, la forme d'onde sera affichée, indiquant que le voltage de sortie de l'alternateur dépasse le niveau acceptable.

FONCTION DÉCLENCHEUR

Exemple de la limite de voltage du système de charge



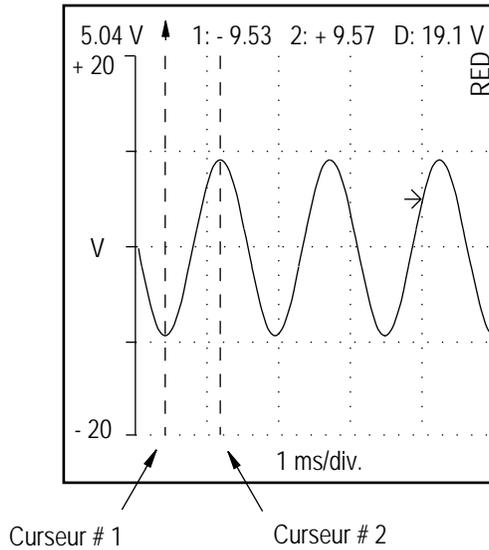
La fonction curseurs de mesure

La fonction des curseurs (Cursor) mesure la différence de temps ou la différence de voltage entre deux points sur une forme d'onde ou la fréquence d'un signal répété régulièrement. On peut, également, les appeler «marqueurs de référence».

La mesure de la différence de voltage entre deux points peut être utile pour connaître la valeur de la tension de pointe à pointe d'un capteur à reluctance variable.

FONCTION CURSEURS

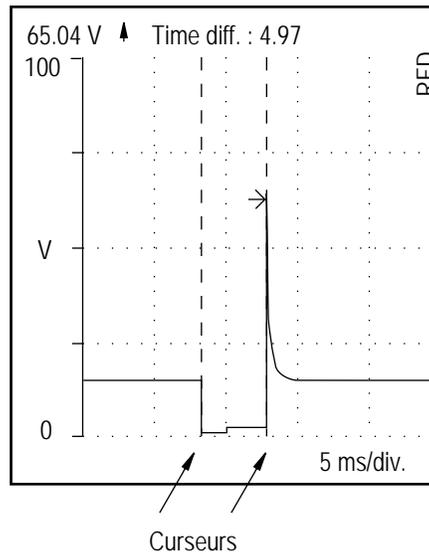
Mesure du voltage



La mesure de la différence de temps entre deux points peut être utile, par exemple, pour connaître la durée d'une impulsion d'un injecteur d'essence. Ainsi, avec la trace de la forme d'onde affichée à l'écran de l'oscilloscope numérique, installez les curseurs de différence de temps pour mesurer le temps durant lequel l'injecteur était sous tension.

FONCTION CURSEURS

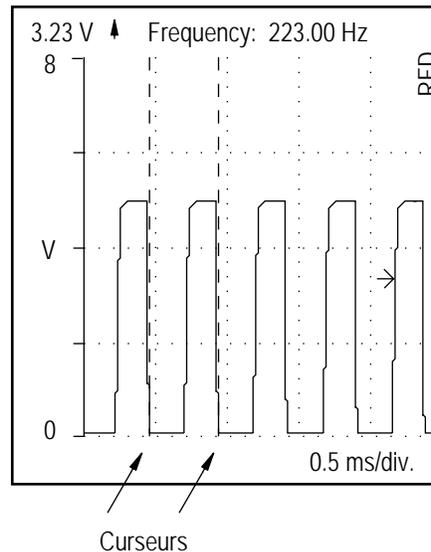
Mesure du temps



La mesure de la fréquence entre deux points peut être utile, par exemple, pour déterminer la valeur de la fréquence émise par un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor) ou d'un débitmètre d'air massique (Mass Air Flow sensor - MAF sensor) de signal numérique si ce dernier est dans les spécifications du nombre de tours par minute (tr/mn) et de la charge appliquée au moteur.

FONCTION CURSEURS

Mesure de la fréquence



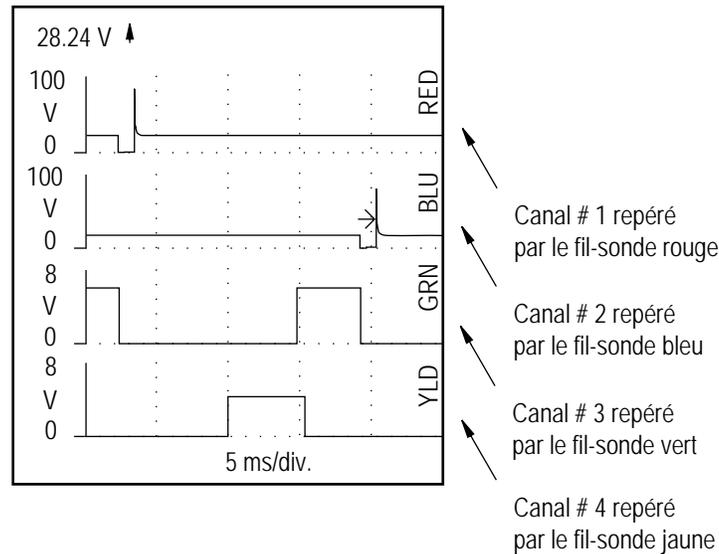
La fonction affichage multiple d'oscillogrammes

La possibilité d'afficher jusqu'à quatre (4) formes d'onde séparées en même temps donne au technicien l'opportunité d'observer quatre signaux d'entrée ou de sortie ou une combinaison des deux, d'analyser leur relation et de déterminer si les composants fonctionnent correctement.

Par exemple, la figure de la page suivante montre un affichage à l'écran de l'oscilloscope, de haut en bas, d'un premier signal d'injecteur (canal # 1 - fil-sonde rouge), d'un second signal d'injecteur (canal # 2 - fil-sonde bleu). Le canal # 3 - fil-sonde vert indique le signal de référence (tr/mn), et le dernier canal # 4 - fil-sonde jaune affiche le signal du point d'allumage (Spark timing).

FUNCTION AFFICHAGE MULTIPLE D'OSCILLOGRAMMES

Affichage de quatre canaux

**La fonction enregistrement et reproduction**

La fonction enregistrement et reproduction (Record/Playback) permet d'enregistrer et de mettre en mémoire une forme d'onde reconnue correcte pour fin de comparaison avec une autre forme d'onde douteuse et, également, d'enregistrer des formes d'onde durant un essai routier. Ainsi, au retour, il est aisé de reproduire les formes d'onde, image par image (Frame by frame), afin d'y déceler d'éventuels défauts.

CHAPITRE

6

**SIGNAUX D'ENTRÉE
ET
DE SORTIE
DU
MICRO-ORDINATEUR**

INTRODUCTION

Pour que le micro-ordinateur de bord puisse contrôler et commander efficacement le système qu'il gère, il doit connaître parfaitement les paramètres (variables) de fonctionnement ainsi que les conditions atmosphériques dans lesquelles le système évolue, et ce, en permanence.

Les paramètres de fonctionnement du système et les conditions entourant ce système sont transmis au micro-ordinateur à l'aide de composants appelés «sondes», «capteurs» et «capteurs-interrupteurs». Les sondes, les capteurs et les capteurs-interrupteurs informent ainsi le micro-ordinateur sur les valeurs de quantité, de température, de pression; sur les états de position, de vitesse, de régime; et, de fonctionnement de certains dispositifs.

Ces informations sont transmises au micro-ordinateur sous la forme de signaux électriques appelés «signaux d'entrée» (Input). Une fois les données acheminées et récoltées par le micro-ordinateur, ce dernier les analyse, décide des corrections à apporter au système et finit par lancer des commandes aux actionneurs (Actuator) sous la forme de signaux électriques appelés «signaux de sortie» (Output).

Comme les signaux d'entrée et de sortie voyagent à travers des circuits électriques et électroniques, il est donc facile de vérifier l'état de fonctionnement du système et dans quelles conditions il évolue à l'aide d'un oscilloscope numérique.

Afin de bien interpréter ces signaux d'entrée d'informations et de sortie de commandes, il est préalablement nécessaire de bien comprendre sous quel principe les capteurs, les sondes et les actionneurs fonctionnent.

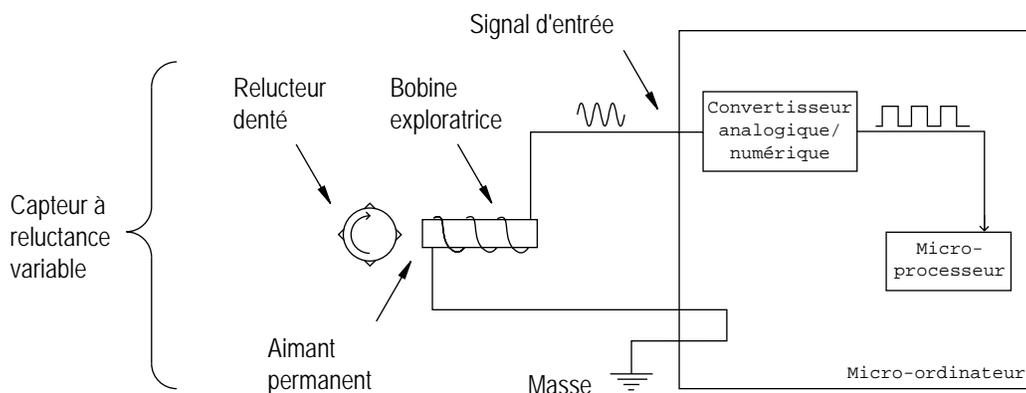
Enfin, nous avons déjà vu, auparavant, que les signaux électriques peuvent être très différents les uns des autres, mais dans tous les cas, ils correspondent à deux types de signaux bien distincts, soit à un signal *analogique*, soit à un signal *numérique*.

Les signaux d'entrée analogiques

Les capteurs de type magnétique peuvent être appelés «générateurs d'impulsions» (Pulse generator), «générateurs à aimant permanent» (Permanent magnet generator) ou «capteurs à reluctance variable» (Variable Reluctance Sensor - VRS) lesquels produisent une tension alternative - tension CA (Alternating-Current Voltage - ACV).

CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE

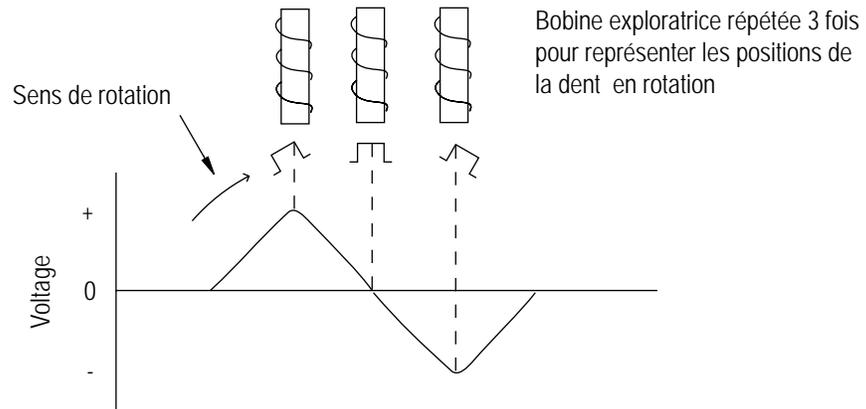
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur magnétique



Le capteur à reluctance variable est composé d'un aimant permanent, d'un relucleur denté (Reluctor wheel) et d'une bobine exploratrice (Pick-up coil). Dès l'instant que le relucleur denté passe proche de la bobine exploratrice, une tension alternative est produite.

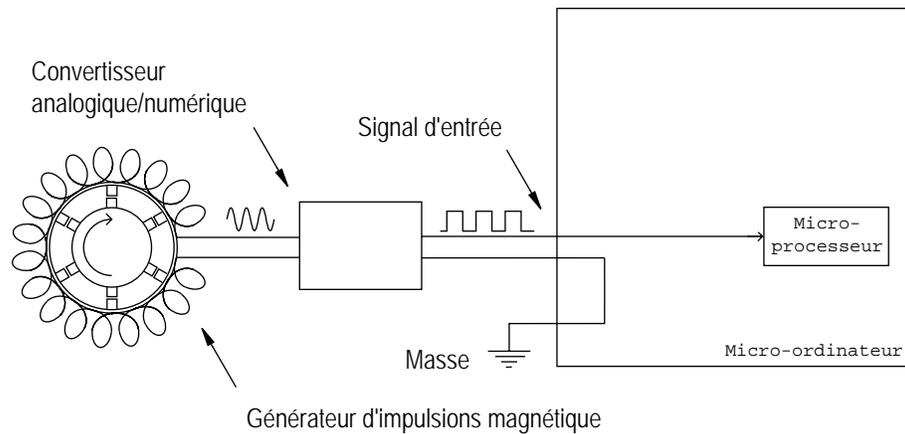
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE

Illustration du signal produit par le capteur magnétique



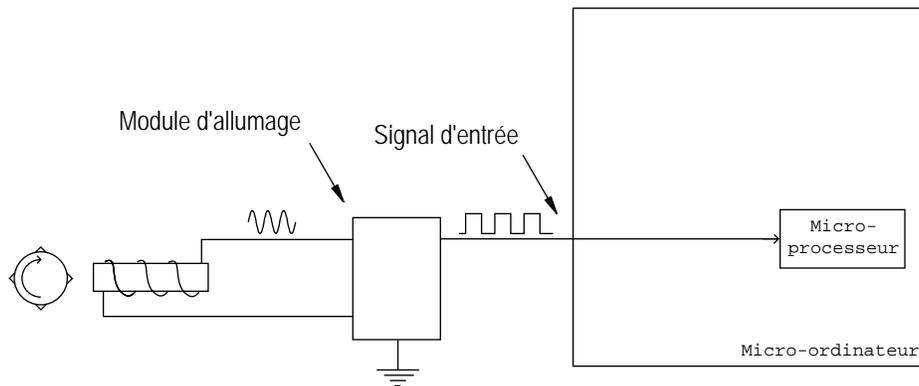
CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE

Convertisseur analogique/numérique placé à l'extérieur du micro-ordinateur



CAPTEUR DE TYPE MAGNÉTIQUE

Signal électrique converti à travers un module d'allumage



Dans ce groupe de capteurs, on retrouve certains capteurs de position du vilebrequin (Crankshaft Position sensor - CKP sensor), de régime du moteur (Engine speed sensor - RPM sensor), de régime de l'arbre de la turbine (Turbine Shaft Speed sensor - TSS sensor), de vitesse du véhicule (Vehicle Speed Sensor - VSS) et les capteurs de vitesse de roue (Wheel Speed Sensor - WSS).

Le signal de position du vilebrequin est utilisé par le micro-ordinateur afin que ce dernier commande les injecteurs et le point d'allumage (Ignition timing) au bon moment.

Le signal du régime du moteur est utilisé par le micro-ordinateur afin de régler l'injection d'essence, l'avance à l'allumage, le régime de ralenti, de commander le dispositif de recirculation des gaz d'échappement (Exhaust Gas Recirculation system - EGR system) et le dispositif de purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant (EVAPorative emission canister purge - EVAP canister purge). Ce signal est essentiel au démarrage du moteur.

Le signal de vitesse du véhicule sert au micro-ordinateur pour qu'il puisse commander le relais du moto-ventilateur de refroidissement (Fan Control relay - FC relay), le solénoïde d'embrayage du convertisseur de couple (Torque Converter Clutch solenoid - TCC solenoid), le régime de ralenti du moteur, interrompre l'injection d'essence lors de la décélération et de

déterminer le fonctionnement du dispositif de recirculation des gaz d'échappement. Il sert, également, aux unités du tableau de bord (Dashboard) et au régulateur de vitesse (Speed Control System - SCS).

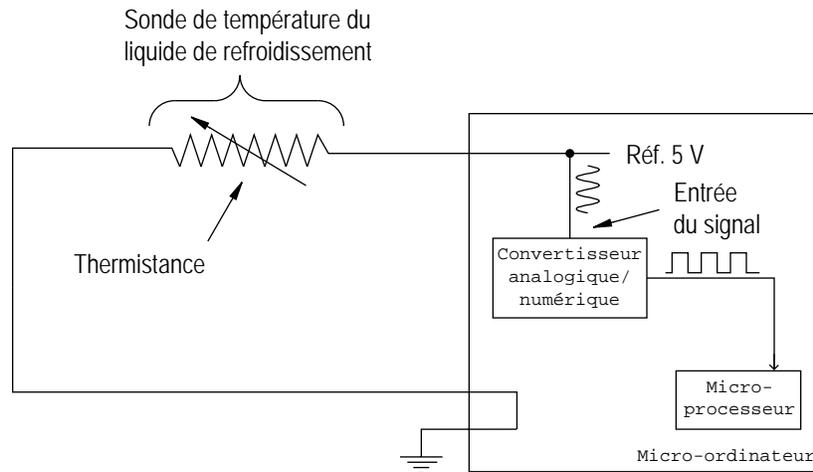
Le signal de vitesse de roue informe le micro-ordinateur si une ou plusieurs roues sont en passe de bloquer, ce signal est nécessaire au système antiblocage des freins.

Les sondes de type à résistance variable, notamment, la sonde de température du liquide de refroidissement du moteur (Engine Coolant Temperature sensor - ECT sensor), la sonde de température d'air d'admission (Intake Air Temperature sensor - IAT sensor), la sonde de température du corps de papillon (Throttle Body Temperature sensor - TBT sensor), la sonde de température du carburant (Fuel Temperature sensor - FT sensor), la sonde de température du liquide de la transmission (Transmission Fluid Temperature sensor - TFT - sensor), la sonde de température des gaz d'échappement de recirculation (Exhaust Gas Recirculation Temperature sensor - EGRT sensor), la sonde de température de la batterie et la sonde de température de l'air ambiant (Ambient Air Temperature sensor - AAT sensor) emettent un signal électrique qui varie selon la valeur du paramètre mesuré (la température). Il s'agit de sondes qui modifient la tension d'alimentation. Cette tension modifiée par la température constitue le signal envoyé au micro-ordinateur.

Dans cette catégorie, on trouve aussi la sonde à oxygène à base de titane mais, au-lieu d'être modifiée uniquement par la température, la tension d'alimentation l'est aussi par la teneur en oxygène des gaz d'échappement.

SONDE DE TYPE À RÉSISTANCE VARIABLE

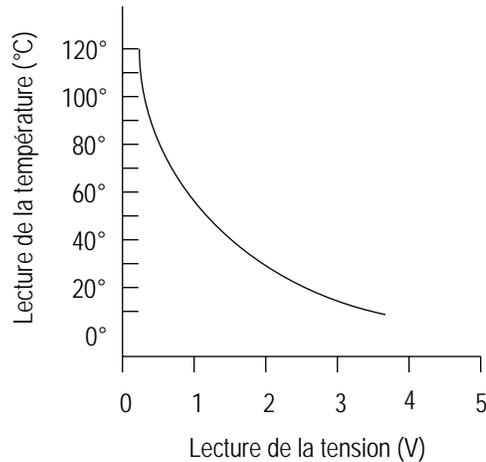
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde de température



La sonde est constituée d'un élément sensible appelé «thermistance» à coefficient de température négatif (CTN) ce qui signifie que la résistance électrique d'une telle thermistance diminue lorsque sa température augmente. Plus sa température augmente, plus sa résistance diminue et vice versa. Ainsi modifié, le signal de tension analogique informe le micro-ordinateur de la température ambiante mesurée à partir de l'emplacement spécifique de la sonde.

SONDE DE TYPE À RÉSTISTANCE VARIABLE

Exemple de la variation de la tension en fonction de la température



Température		Tension Volt (s)	Résistance K ohm (s)
°C	°F		
120	248	0,28	1,18
110	230	0,36	1,55
100	212	0,47	2,07
90	194	0,61	2,80
80	178	0,80	3,84
70	158	1,04	5,37
60	140	1,35	7,60
50	122	1,72	10,97
40	104	2,16	16,15
30	86	2,62	24,27
20	68	3,06	37,30
10	50	3,52	58,75

Le signal de température du liquide de refroidissement du moteur est utilisé par le micro-ordinateur afin qu'il commande les injecteurs en fonction de l'enrichissement du mélange air-essence et l'avance à l'allumage; le passage des vitesses, le régime de ralenti, le dispositif de recirculation des gaz d'échappement, le dispositif de purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant et le relais du moto-ventilateur de refroidissement.

Le signal de température d'air d'admission est utilisé par le micro-ordinateur pour commander les injecteurs en fonction du rapport air/essence, l'avance à l'allumage et le turbocompresseur.

Le signal de température du corps de papillon, uniquement sur le système d'injection de carburant dans le corps de papillon, est utilisé par le micro-ordinateur afin qu'il puisse utiliser une stratégie de démarrage du moteur après une période d'arrêt (le carburant change d'état de liquide à gazeux) en commandant à sa guise l'injecteur. Le signal de température du carburant sert également à cette fin.

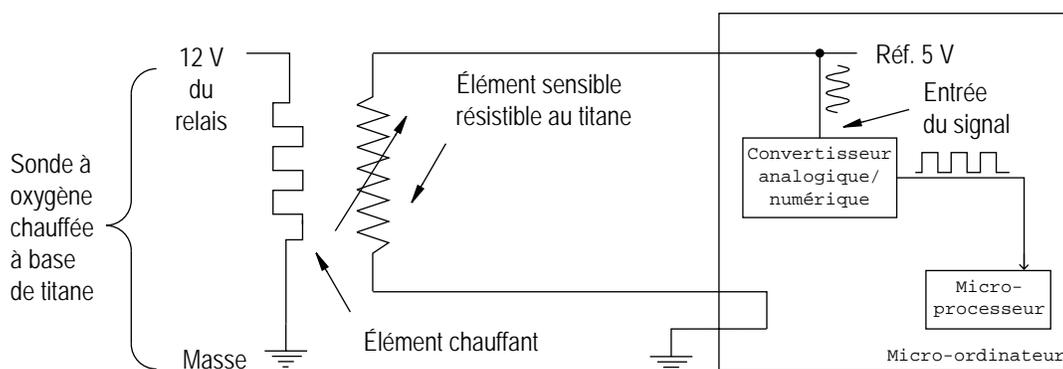
Le signal de température de la batterie (la sonde est à l'intérieur de micro-ordinateur lequel est placé près de la batterie) permet au micro-ordinateur d'ajuster le niveau de la tension du système de charge selon la température de la batterie.

La sonde à oxygène (Oxygen Sensor - O2S) à base de titane possède un élément sensible résistible constituant un matériau semi-conducteur dont la résistance varie avec la concentration en oxygène des gaz d'échappement. Des ouvertures pratiquées dans le tube de protection permettent aux gaz d'échappement d'entrer en contact avec l'élément sensible. À noter que cette sonde remplit les mêmes fonctions que la sonde à oxygène à base de zirconium, mais son principe de fonctionnement diffère.

Le fonctionnement de la sonde à base de titane se compare à celui des capteurs à thermistance. Le micro-ordinateur applique une tension de référence de 5 volts (Ref. 5 V) à la sonde et mesure par la suite la chute de tension. Cette chute de tension constitue en fait une mesure du mélange air-essence. Le mélange est riche si la teneur en oxygène est faible; la tension du signal sera alors faible. Si, par contre, le mélange est pauvre, la teneur en oxygène est élevée et la tension du signal sera élevée. Pour fonctionner correctement, l'élément sensible a besoin d'une température d'environ 850°C. Un élément chauffant contrôlé par le micro-ordinateur via un relais maintient la température désirée de la sonde.

SONDE DE TYPE À RÉSISTANCE VARIABLE

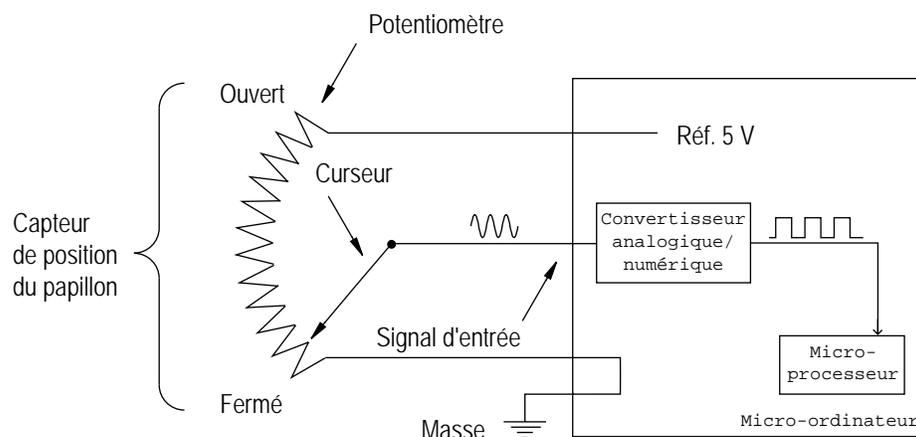
Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène à base de titane



Les capteurs de type à tension variable, notamment, le capteur de position du papillon (Throttle Position sensor - TP sensor), le capteur de recirculation des gaz d'échappement par rétroaction (Feedback pressure Exhaust Gas Recirculation sensor - Feedback pressure EGR sensor), le débitmètre d'air volumique (Volume Air Flow sensor - VAF sensor), certains capteurs de pression absolue de la tubulure d'admission (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor), le capteur de pression atmosphérique (BARometric pressure sensor - BARO sensor), émettent des signaux électriques à la suite d'une quelconque action dynamique.

CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de position



Les capteurs de position sont constitués d'un «potentiomètre» lequel indique au micro-ordinateur, dans le cas d'un capteur de position du papillon, la valeur d'ouverture de ce dernier. Le capteur de position à valeur de tension variable dépend du déplacement du curseur sur sa résistance. Le micro-ordinateur fournit une tension de référence de 5 volts à travers la résistance du capteur. La valeur de tension qui en sort, dépendant de la position du curseur relié à la pièce mobile, sert de signal au micro-ordinateur lequel détermine ainsi la position du composant contrôlé.

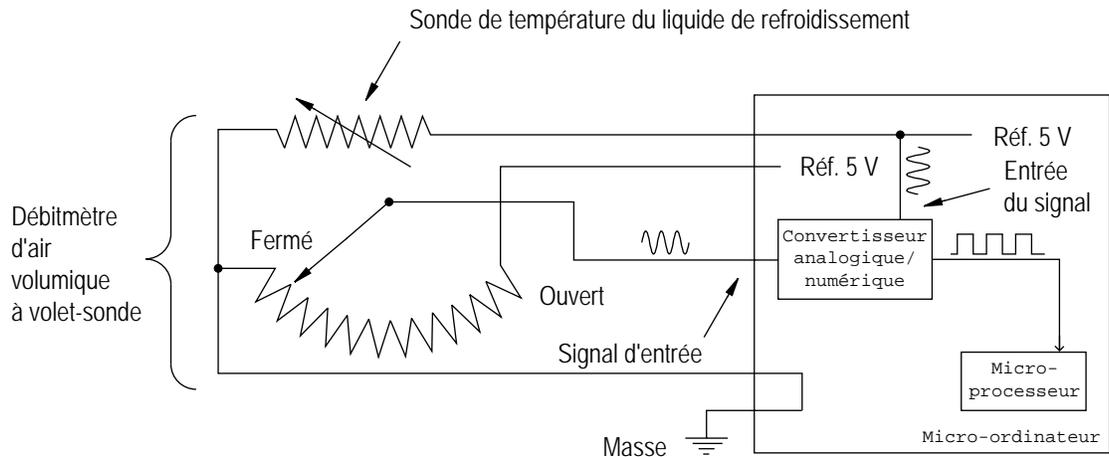
Le signal de position du papillon est utilisé comme un intrant par le micro-ordinateur afin de commander les injecteurs en fonction de l'accélération, de la décélération et en mode de dénoyage; l'avance à l'allumage; le régime de ralenti du moteur; le dispositif de recirculation des gaz d'échappement; le dispositif de purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant; le solénoïde de l'embrayage du convertisseur de couple et l'arrêt de fonctionnement du compresseur du système de climatisation (Air Conditioning system - A/C system). Les valeurs des limites de voltage sont généralement situées entre 0,3 V, le papillon au repos, et 4,5 V, le papillon grand'ouvert (Wide Open Throttle - WOT). Au-delà de ces limites, le micro-ordinateur prend pour acquis qu'il y a une défectuosité au niveau du capteur ou de ses circuits électriques.

Le signal de position du capteur de recirculation des gaz d'échappement par rétroaction permet au micro-ordinateur de calculer en pourcentage le volume précis des gaz d'échappement qui sont réadmis au collecteur d'échappement. C'est le mouvement du diaphragme de la commande de la soupape de recirculation des gaz d'échappement qui provoque le déplacement du curseur. La réaction au fonctionnement électrique est similaire à celle qu'a le capteur de position du papillon.

Le signal de position du volet-sonde du débitmètre d'air volumique est utilisé par le micro-ordinateur afin de commander les injecteurs en fonction de la charge appliquée au moteur ainsi que l'avance à l'allumage. Les débitmètres d'air volumique à volet-sonde possèdent la sonde de température d'air d'admission.

CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE

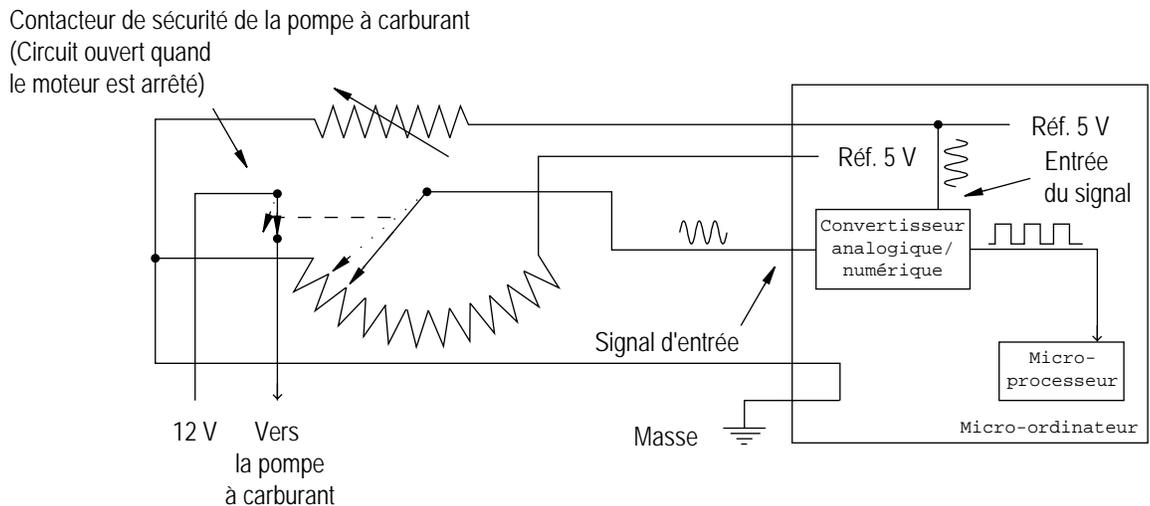
Schéma de principe du circuit électrique d'un débitmètre d'air volumique



Parfois, le boîtier du débitmètre d'air volumique à volet-sonde renferme un contacteur de sécurité pour contrôler le fonctionnement de la pompe à carburant. Le nombre de conducteurs électriques vous le révélera.

CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE

Schéma de principe du circuit électrique d'un débitmètre d'air volumique avec contacteur pour la pompe à carburant

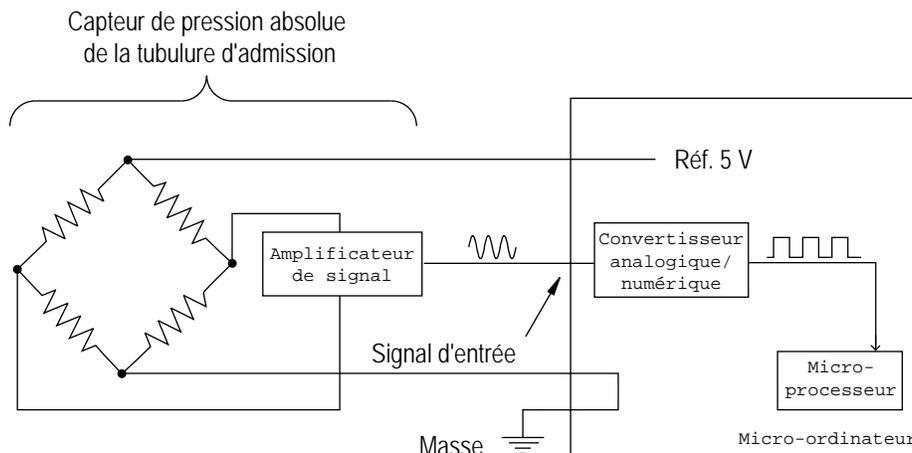


Le signal de pression absolue de la tubulure d'admission est utilisé par le micro-ordinateur pour commander les injecteurs en fonction de la charge appliquée au moteur ainsi que l'avance à l'allumage.

Les capteurs de pression absolue de la tubulure d'admission et de pression atmosphérique sont constitués d'un ensemble de quatre résistances reliées entre-elles dont leur résistance varie avec la déformation d'une membrane qui fléchit en fonction de la variation de la pression absolue de la tubulure d'admission. Dès l'instant que la valeur de la résistance change, l'amplificateur de signal varie le voltage de référence (Réf. 5 V) vers le micro-ordinateur. C'est ainsi, comment le micro-ordinateur est en mesure de déterminer la charge du moteur. Le signal de tension que reçoit le micro-ordinateur varie entre 1 et 1,5 volt lorsque le papillon est à la position ralenti (dépression élevée = bas voltage), et entre 4 et 4,5 volts quand le papillon est grand'ouvert (dépression faible = haut voltage).

CAPTEUR DE TYPE À TENSION VARIABLE

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à pression



Le signal de la pression atmosphérique est important au micro-ordinateur pour qu'il puisse agir sur les injecteurs en fonction de l'influence de la pression atmosphérique qu'elle a sur le mélange air-essence. Dans la majorité des cas, ce signal est combiné avec celui de la pression absolue de la tubulure d'admission.

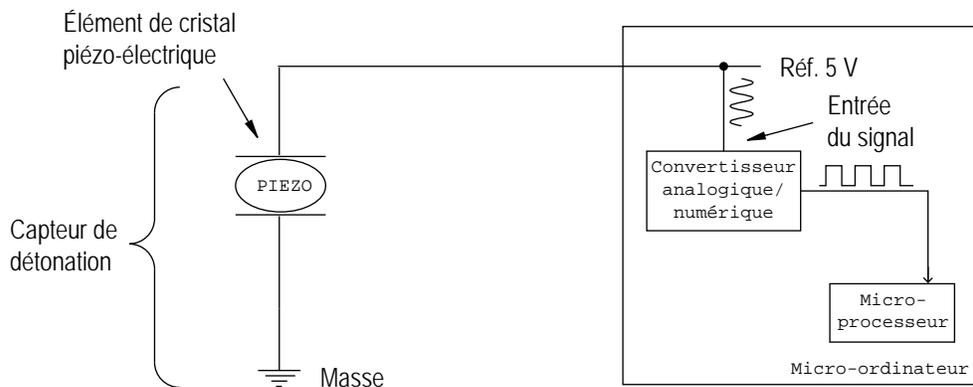
Les capteurs de type à production d'une tension, notamment, le capteur de détonation (Knock Sensor - KS) possède un cristal piézo-électrique lequel produit une tension lorsque la combustion devient une explosion dans la chambre de combustion.

Le capteur de détonation est placé à un endroit où il sera facile, pour lui, de détecter les vibrations produites par les cognements lors d'une combustion anormale.

Le capteur de détonation, appelé aussi «capteur de cliquetis», envoie un signal de tension alternative en fréquence au micro-ordinateur proportionnel à l'intensité des cognements dans la chambre de combustion. Lorsque le micro-ordinateur reçoit un tel signal, il retarde alors, le point d'allumage jusqu'à ce que le moteur cesse de détoner ou de cogner.

CAPTEUR DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de détonation



CAPTEUR DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de détonation avec un module extérieur



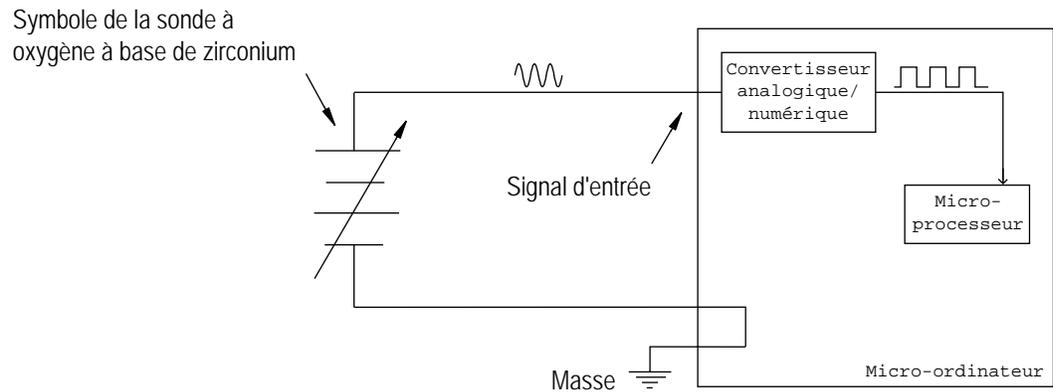
À noter que les moteurs équipés d'un turbocompresseur sont équipés d'un capteur de détonation.

Les sondes de type à production d'une tension variable, notamment, la sonde à oxygène (Oxygen Sensor - O2S) à base de zirconium mesure la quantité d'oxygène résiduelle dans les gaz d'échappement du moteur, laquelle se rapporte directement au rapport air/essence de dosage. Si le contenu d'oxygène des gaz d'échappement est élevé, indiquant un mélange pauvre, la sonde à oxygène enverra un signal de voltage situé entre 100 et 450 millivolts au micro-ordinateur. Si le contenu d'oxygène des gaz d'échappement est bas, indiquant un mélange riche, la sonde à oxygène enverra, dans ce cas, un signal situé entre 450 et 900 millivolts au micro-ordinateur. Cette variation de tension se produit en moins de 1/10 de seconde. Le micro-ordinateur utilise ce message d'appauvrissement ou d'enrichissement pour ajuster le rapport air/essence afin d'obtenir le rapport stoechiométrique air/essence de 14,7:1.

La sonde à oxygène à base de zirconium est dotée d'un tube en céramique de dioxyde de zirconium recouvert d'électrodes platinées. L'électrode positive, laquelle est exposée à l'oxygène de l'air ambiant par un passage, est reliée à la connexion pour le branchement au circuit électrique. Quant à l'électrode négative, laquelle est exposée à l'oxygène résiduel des gaz d'échappement par des passages, est reliée à la masse par le culot fileté.

SONDE DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION VARIABLE

Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène à base de zirconium

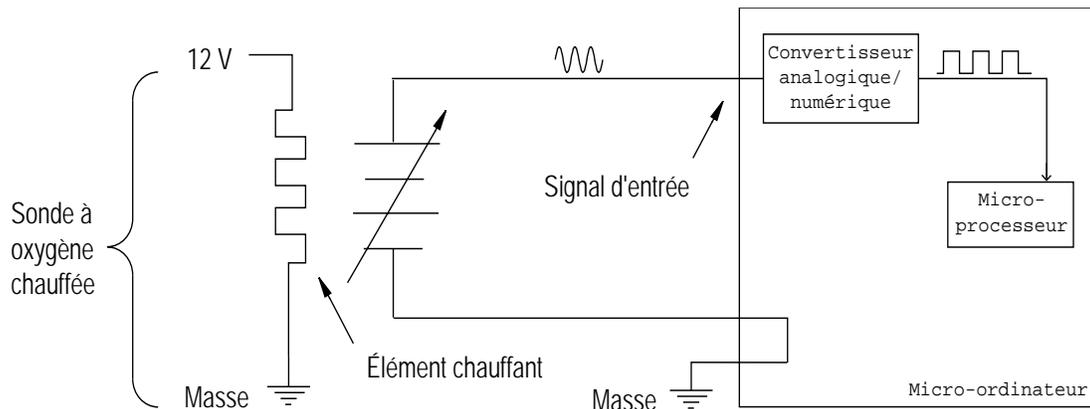


Étant donné la propriété de la céramique de dioxyde de zirconium d'être conductrice d'ions d'oxygène, la différence de concentration d'oxygène entre les gaz d'échappement agissant sur l'électrode négative et l'air ambiant agissant sur l'électrode positive produit une tension électrique proportionnelle à ce déséquilibre. La sonde à oxygène fonctionne sous une température allant de 260°C à 845°C. Ainsi, la variation de la teneur en oxygène entre les deux surfaces de zirconium chauffé engendrera une tension électrique. Néanmoins, le moteur doit être réchauffé et le système de rétroaction avoir passé en mode de fonctionnement en boucle fermée (Closed Loop - CL) avant que la sonde à oxygène ne devienne active.

Les sondes à oxygène à base de zirconium sont maintenant chauffées électriquement à l'aide d'un élément chauffant pour des raisons d'efficacité à maintenir l'élément actif à une température constante de fonctionnement, d'amener la sonde à sa température de fonctionnement plus rapidement et de prolonger sa durée de vie parce qu'elle s'auto-nettoie. Le principe de fonctionnement reste toujours le même que celles qui ne sont pas chauffées. Si elle n'est pas chauffée, elle peut comprendre une ou deux connexions selon le branchement de la masse soit branchée directement à la masse par le culot fileté ou branchée à la masse à travers le micro-ordinateur. Dans le cas des sondes à oxygène chauffées (Heated Oxygen Sensor - HO2S), elles peuvent posséder deux, trois ou quatre connexions selon le montage du branchement retenu par le constructeur.

SONDE DE TYPE À PRODUCTION D'UNE TENSION VARIABLE

Schéma de principe du circuit électrique d'une sonde à oxygène chauffée



Les débitmètres d'air massique de type à élément chauffé, appelés «débitmètres d'air massique» (Mass Air Flow sensor - MAF sensor), mesurent directement la masse de l'air aspiré par le moteur. Cette technologie permet, non seulement, de mesurer le volume d'air aspiré, mais bien, la masse de l'air parce que la densité de l'air est influencée par les facteurs de température et d'humidité de l'air et d'altitude ainsi que de la variation de la pression atmosphérique.

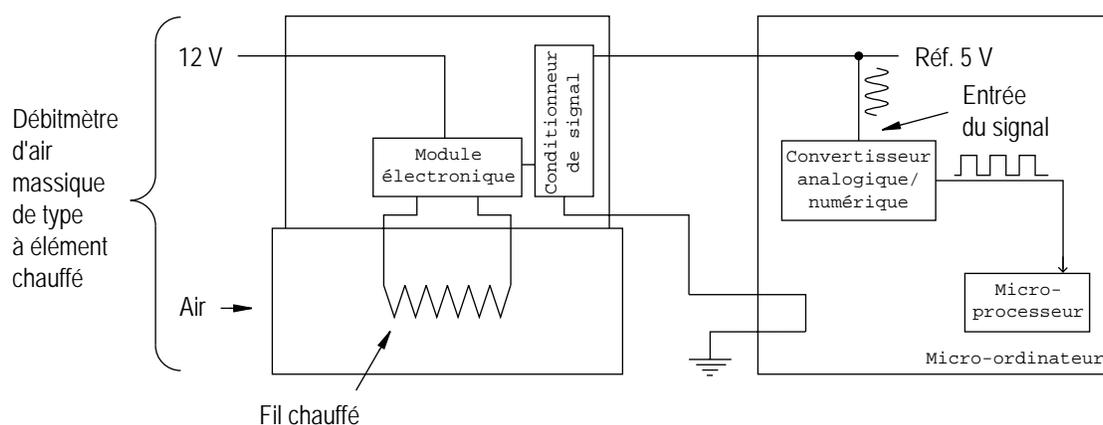
Ce signal sert au micro-ordinateur pour qu'il commande les injecteurs et l'avance à l'allumage en fonction de la charge appliquée au moteur.

Le débitmètre d'air massique à signal analogique comprend un élément chauffé prenant la forme d'un fil de titane lequel est exposé à l'entrée d'air. Le signal provient de l'intensité de courant nécessaire pour maintenir l'élément chaud à une certaine température au-dessus de la température ambiante. C'est au module électronique, placé sur le débitmètre, qu'incombe la tâche de maintenir chaud l'élément chauffé à une température constante de 300°C peu importe le refroidissement du fil chauffé, et ce, par une correction d'énergie électrique. Ce signal équivaut à l'entrée d'air en grammes par seconde aspiré par le moteur. Une sonde de température d'air est utilisée conjointement avec l'élément chauffé (valeur de tension unique).

Le débitmètre d'air massique possède un dispositif d'auto-nettoyage lequel porte électriquement la température du fil de titane chauffé à 540°C, et qui peut aller jusqu'à 1050°C sur certains modèles, pendant une seconde après chaque arrêt du moteur afin d'éliminer les dépôts éventuels d'encrassement et l'oxydation pouvant provoquer une modification du signal électrique au micro-ordinateur. L'usure du débitmètre d'air massique est inexistante à cause de l'absence de pièces mobiles.

DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ÉLÉMENT CHAUFFÉ

Schéma de principe du circuit électrique à signal analogique



Les signaux d'entrée numériques

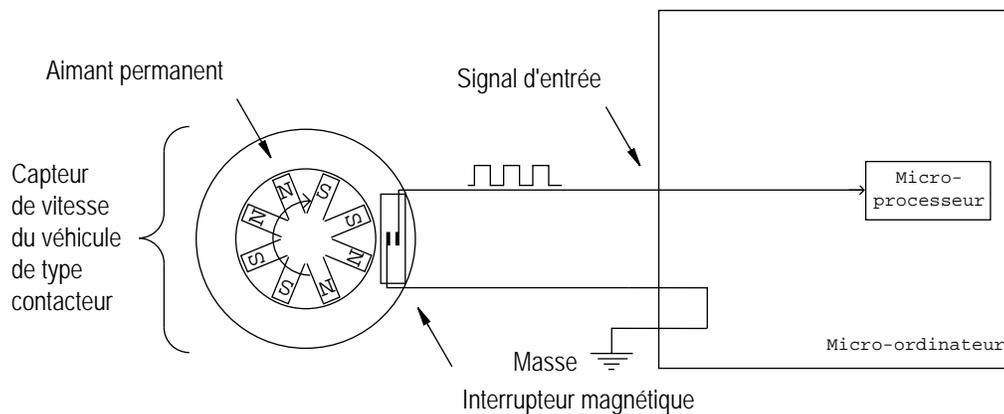
Les capteurs de type contacteur, appelés en anglais «reed switch», produisent des impulsions électriques ou des ondes carrées. Dans ce groupe, on retrouve seulement certains capteurs de vitesse du véhicule (Vehicle Speed Sensor - VSS).

Le capteur de vitesse du véhicule de type «reed switch» est composé d'un aimant permanent à huit pôles lequel est entraîné par la transmission et d'un contacteur influencé par le champ magnétique des pôles de l'aimant permanent. À chaque fois qu'un des pôles magnétiques passe devant le contacteur, ce dernier s'ouvre et se referme après le passage de la pièce polaire.

Ce signal de vitesse du véhicule sert au micro-ordinateur pour qu'il puisse commander le relais du moto-ventilateur de refroidissement, le solénoïde du convertisseur de couple, le régime de ralenti du moteur, interrompre l'injection d'essence lors de la décélération et de déterminer le fonctionnement du dispositif de recirculation des gaz d'échappement. Il sert, également, aux unités du tableau de bord et au régulateur de vitesse.

CAPTEUR DE TYPE CONTACTEUR

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de vitesse du véhicule

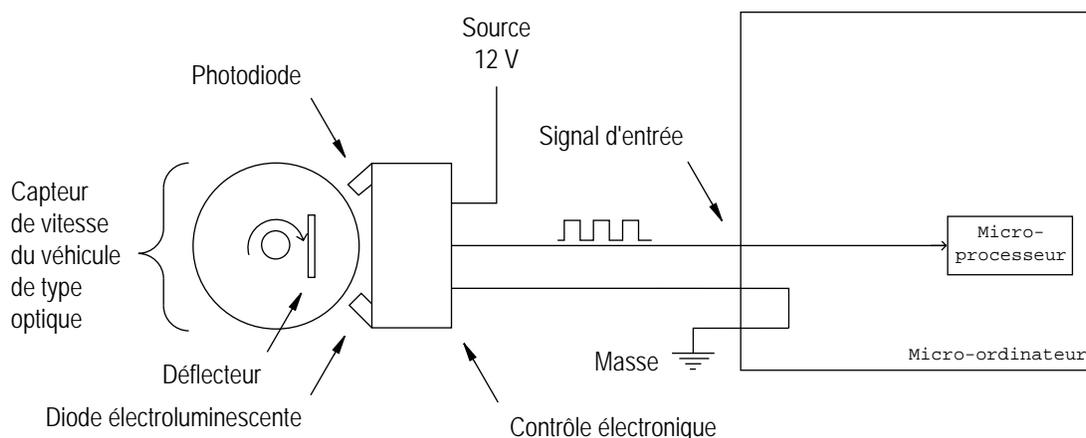


Les capteurs de type optique sont utilisés par certains capteurs de vitesse du véhicule (Vehicle Speed Sensor - VSS) et les capteurs de paramètres d'allumage avec et sans allumeur.

Le capteur optique de vitesse du véhicule renferme un contrôle électronique, une diode électroluminescente (Light-Emitting Diode - DEL) et une photodiode en plus d'un réflecteur rotatif entraîné par le câble du compteur, le tout placé derrière l'indicateur de vitesse. Lorsque l'énergie lumineuse produite par la diode électroluminescente est réfléchi sur le déflecteur (miroir), la photodiode, ainsi atteinte, se débloque et le signal de tension amplifié et fractionné à travers le contrôle électronique, se rend au micro-ordinateur pour l'informer de la vitesse du véhicule et ainsi commander le relais du moto-ventilateur de refroidissement, le solénoïde du convertisseur de couple, le régime de ralenti du moteur, interrompre l'injection d'essence lors de la décélération et de déterminer le fonctionnement du dispositif de recirculation des gaz d'échappement. Il sert, également, aux unités du tableau de bord et au régulateur de vitesse.

CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur optique de vitesse du véhicule

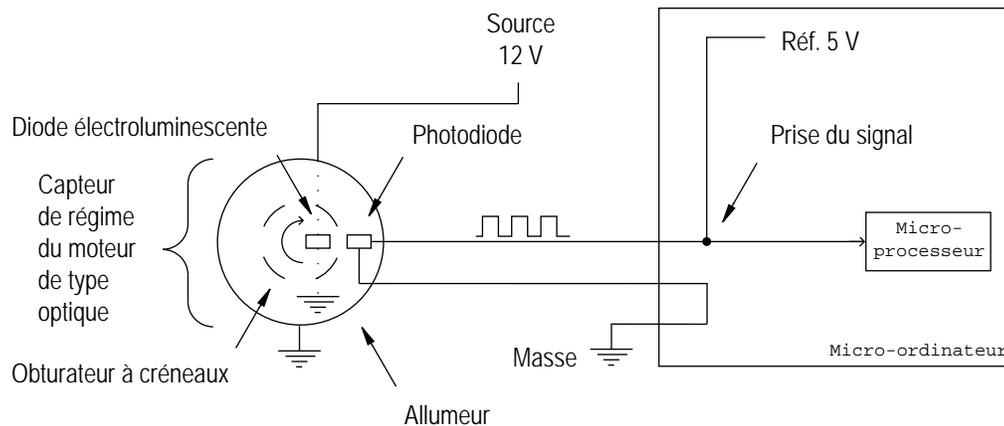


Les capteurs optiques de paramètres d'allumage placés dans les allumeurs ont pour fonction d'indiquer le régime du moteur et la position du vilebrequin au micro-ordinateur. C'est ainsi que le micro-ordinateur peut modifier la durée d'ouverture des injecteurs, le point d'allumage, le régime de ralenti du moteur, le fonctionnement du dispositif de recirculation des gaz d'échappement et la purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant; interrompre l'injection d'essence lors de la décélération. Le régime du moteur sert, également, aux unités du tableau de bord.

Le capteur optique d'allumage comprend une diode électroluminescente, une photodiode, un amplificateur et un obturateur entraîné par l'axe de l'allumeur. La diode électroluminescente et la photodiode se font face et le faisceau lumineux est interrompu par le passage de l'obturateur rotatif.

CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE

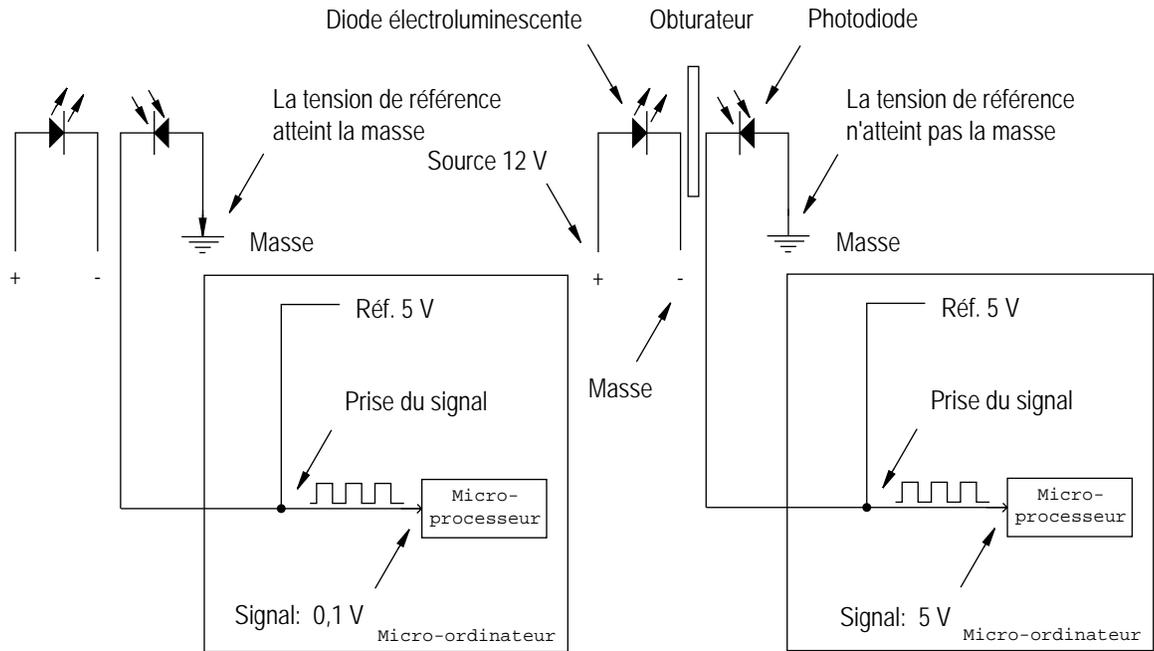
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur optique d'allumage



La diode électroluminescente, alimentée par une source de courant (12 V), génère de la lumière laquelle atteint la photodiode quand l'obturateur le permet. Dès cet instant, la photodiode se débloque et la tension de référence se rend à la masse. Lorsque l'obturateur ferme le passage de la lumière, la photodiode se bloque et la tension de référence n'atteint pas la masse. De ce fait, un signal d'impulsions lumière/obscurité est produit en un signal numérique.

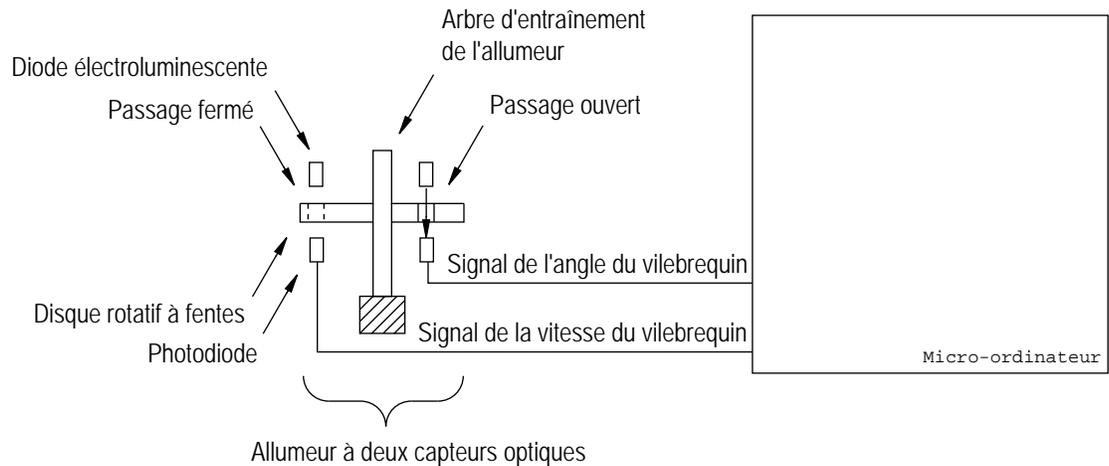
CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE

Principe de fonctionnement du capteur optique d'allumage



CAPTEUR DE TYPE OPTIQUE

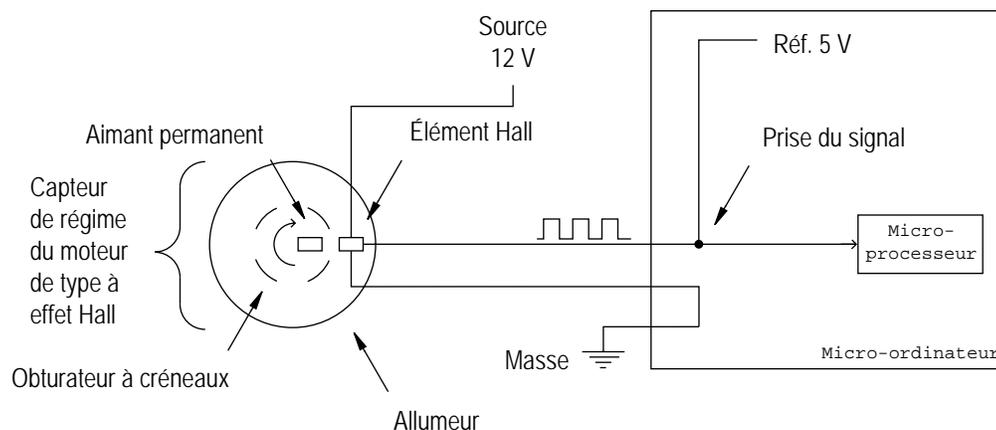
Schéma de principe du circuit électrique de deux capteurs optiques d'allumage



Les capteurs de type à effet Hall sont communément utilisés comme capteurs de position de vilebrequin, d'arbre à cames et de référence pour connaître le régime du moteur. Le micro-ordinateur s'en sert pour modifier la durée d'ouverture des injecteurs, le point d'allumage, le régime de ralenti du moteur, le fonctionnement du dispositif de recirculation des gaz d'échappement et la purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant; interrompre l'injection d'essence lors de la décélération. Le régime du moteur sert, également, aux unités du tableau de bord.

CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL

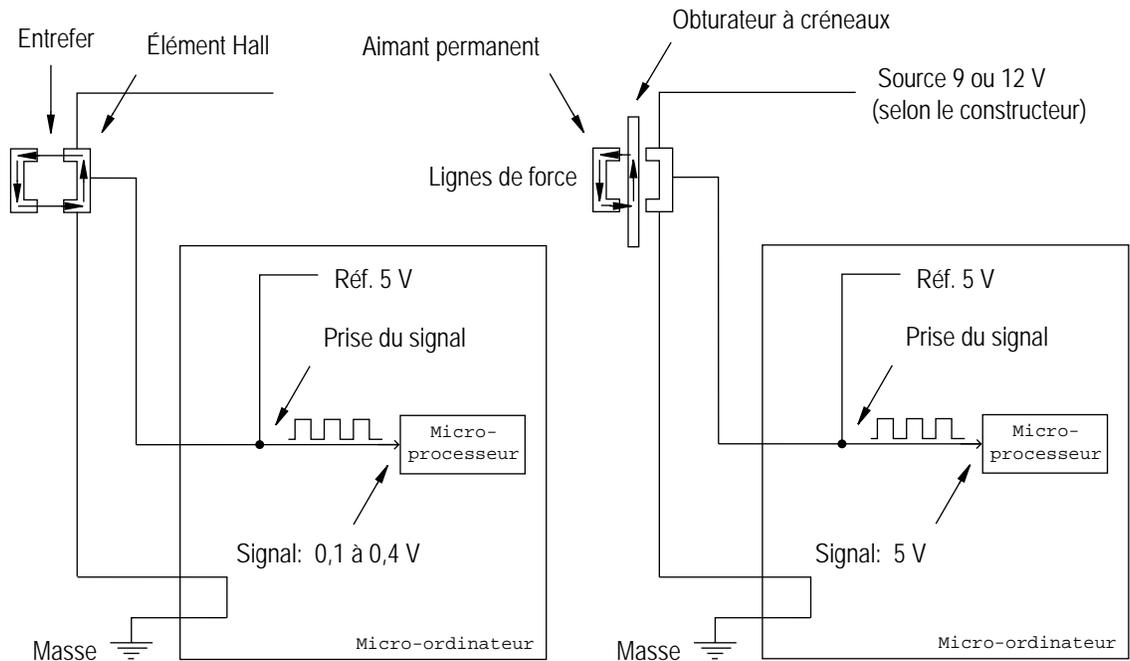
Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à effet Hall d'un allumeur



La conductivité du capteur à effet Hall varie selon la position des créneaux (fenêtres) de l'anneau rotatif, appelé «obturateur à créneaux», qui passe entre l'élément Hall (semi-conducteur) et l'aimant permanent. Lorsque la fenêtre est fermée entre l'élément et l'aimant, les lignes de force du champ magnétique sont interrompues au semi-conducteur et la tension Hall chute basse. Quand la fenêtre est ouverte au passage des lignes de force du champ magnétique la tension Hall s'élève. Le résultat de cette transition de haute à basse tension est une forme d'onde carrée.

CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL

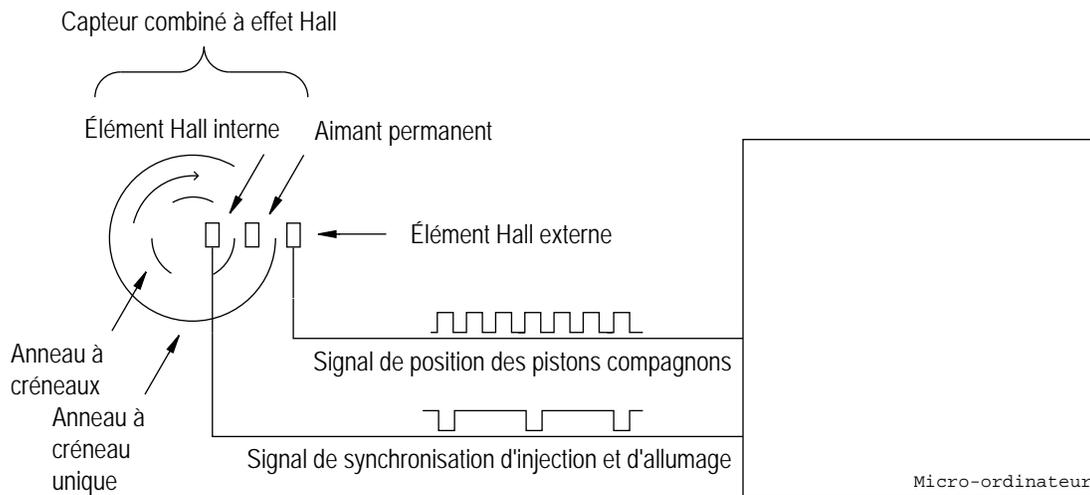
Principe de fonctionnement du capteur à effet Hall



Le capteur à effet Hall peut être placé dans l'allumeur, mais aussi, se trouver vis à vis du vilebrequin et de l'arbre à cames ou bien être un capteur combiné dépendant du type d'injection (simultanée ou séquentielle).

CAPTEUR DE TYPE À EFFET HALL

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur à effet Hall combiné

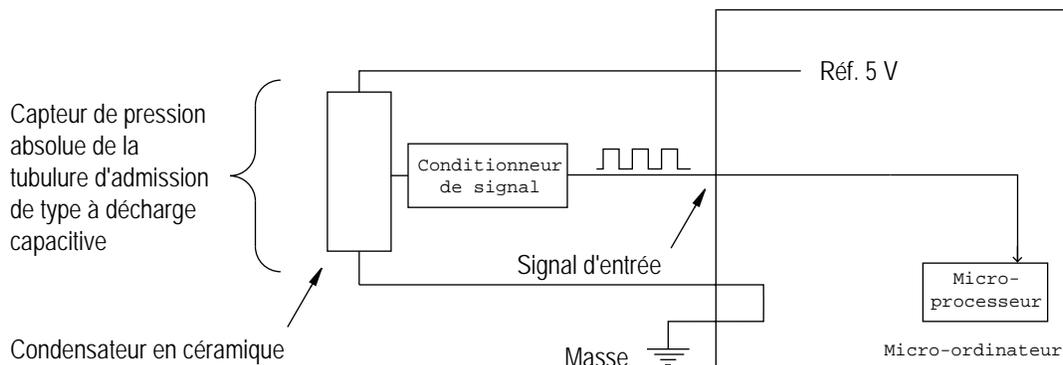


Les capteurs de type à décharge capacitive sont utilisés exclusivement par certains capteurs de pression absolue de la tubulure d'admission (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor).

Les capteurs de ce type sont composés d'un condensateur en céramique (semi-conducteur) sensible aux pressions variables de la tubulure d'admission, d'une membrane jointe au condensateur et d'un conditionneur de signal. Ces capteurs fonctionnent en émettant une décharge capacitive pour indiquer la valeur de la pression de la tubulure d'admission provoquer par la déformation de la membrane soumise à la pression. Plus la pression dans la tubulure d'admission sera faible, plus grande sera la déformation de la membrane et plus faible sera la fréquence du signal au micro-ordinateur.

CAPTEUR DE TYPE À DÉCHARGE CAPACITIVE

Schéma de principe du circuit électrique d'un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission



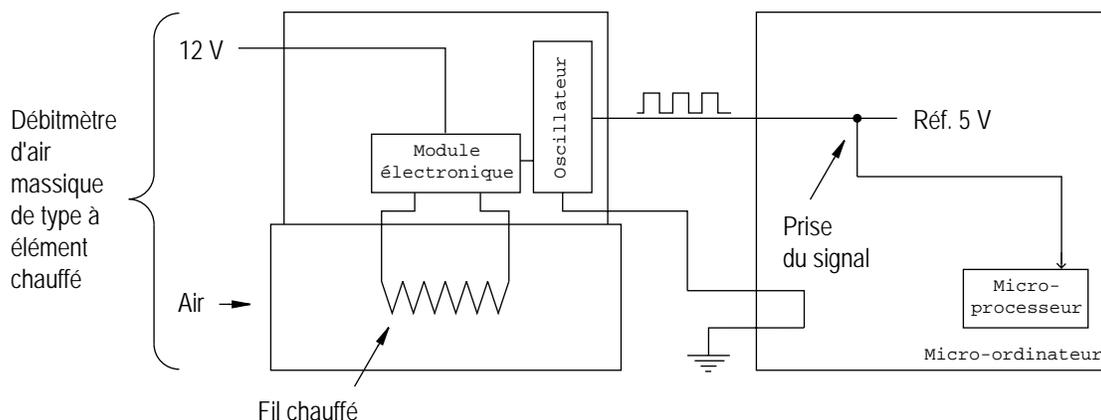
Le signal de pression absolue de la tubulure d'admission est utilisé par le micro-ordinateur pour commander les injecteurs en fonction de la charge appliquée au moteur ainsi que l'avance à l'allumage.

Les débitmètres d'air massique de type à élément chauffé, à signal numérique, mesurent directement la masse de l'air aspiré par le moteur et non le volume qui est influencé, quant à lui, par l'humidité, la température de l'air et la pression atmosphérique et entre autre, l'altitude.

Le débitmètre d'air massique à signal numérique comprend un oscillateur lequel, alternativement, ouvre ou met le circuit de référence à la masse produisant ainsi des impulsions électriques. Le micro-ordinateur observe le temps entre ces impulsions électriques et l'utilise pour calculer l'air aspiré par le moteur de l'ordre de 160 calculs par seconde. L'élément chauffé, qui peut être soit un fil de titane ou un film selon la technologie employée, est porté et maintenu à une température de 75°C ou 100°C, selon le constructeur, peu importe le refroidissement de l'élément chauffé, par une correction d'énergie électrique. C'est cette énergie électrique qui est utilisé par l'oscillateur. Une sonde de température d'air est utilisée conjointement avec l'élément chauffé (valeur de tension unique).

DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ÉLÉMENT CHAUFFÉ

Schéma de principe du circuit électrique à signal numérique



Le micro-ordinateur se sert de ce signal pour commander les injecteurs et l'avance à l'allumage en fonction de la charge appliquée au moteur.

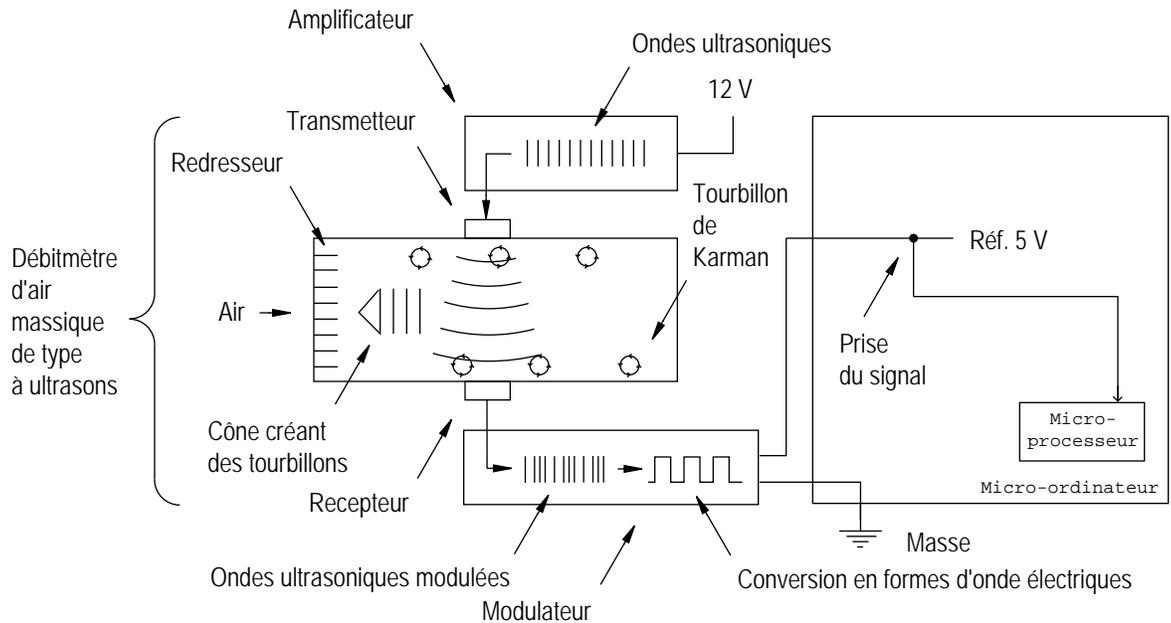
Le débitmètre d'air massique possède un dispositif d'auto-nettoyage lequel porte électriquement la température du fil de titane à 540°C (1050°C sur certains modèles) après chaque arrêt du moteur pour un temps donné afin de brûler les imputés qui adhèrent au fil de titane pouvant provoquer une modification du signal électrique au micro-ordinateur.

Les débitmètres d'air massique de type à ultrasons sont appelés «débitmètres d'air à tourbillons de Karman» (Vortex) pour tourbillon en anglais.

Le débitmètre d'air à tourbillons de Karman comprend un cône, appelé «générateur de tourbillons», placé au milieu du débit d'air qui crée des rangées systématiques de tourbillons en aval du cône. C'est ce qu'on appelle «le phénomène de tourbillons de Karman». Des ondes ultrasoniques, provenant d'un amplificateur, sont émises via un transmetteur à l'intérieur du passage d'air d'admission. Les tourbillons, ainsi formés, déforment les ondes ultrasoniques qui se rendent au récepteur lequel les transmet au modulateur. Ce dernier calcule le temps mis par les ondes ultrasoniques pour se rendre du transmetteur au récepteur. Ce temps varie avec le nombre de tourbillons qui circulent selon le débit d'air d'admission.

DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE À ULTRASONS

Schéma de principe du circuit électrique



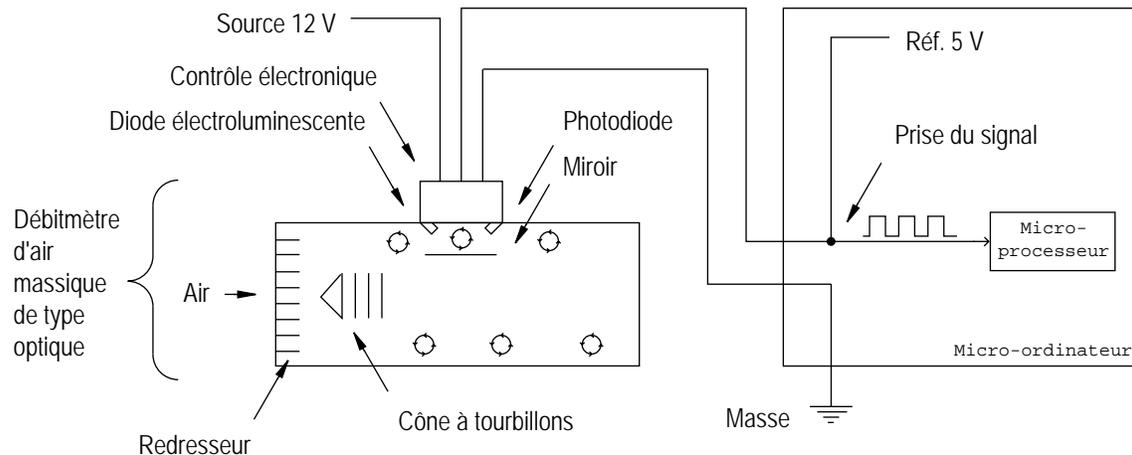
Cette technologie permet au débitmètre d'air à ultrasons de Karman de convertir le volume d'air d'admission du moteur en un signal d'impulsions dont la fréquence est proportionnelle au volume d'air aspiré. Le micro-ordinateur utilise ce signal pour calculer la quantité de carburant à injecter et l'avance à l'allumage en fonction de la charge appliquée au moteur.

Les débitmètres d'air massique de type optique utilisent également les tourbillons et, on y a ajouté une diode électroluminescente, une photodiode et une mince feuille de métal appelée «miroir». Lors de leur passage, les tourbillons soumettent leur pression sur le miroir lequel vibre. C'est la détection de ces vibrations qui seront mesurées grâce à l'association de la diode électroluminescente et la photodiode, appelée «photocoupleur», placées dans le contrôle électronique.

Le micro-ordinateur utilise ce signal de fréquence pour calculer la quantité de carburant à injecter et l'avance à l'allumage en fonction du débit d'air pénétrant dans le moteur.

DÉBITMÈTRE D'AIR MASSIQUE DE TYPE OPTIQUE

Schéma de principe du circuit électrique



Les capteurs de type marche/arrêt, appelés couramment «capteurs-interrupteurs», sont employés dans les systèmes électroniques pour indiquer un état de marche ou d'arrêt (ON/OFF) d'un dispositif, d'un composant au micro-ordinateur ou d'une situation.

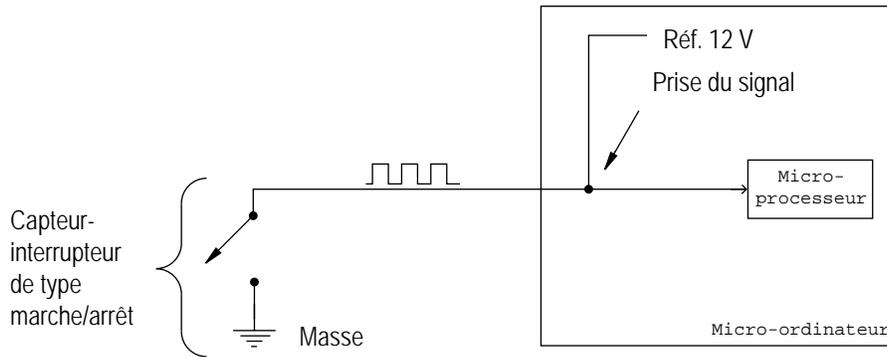
On les trouve sous les appellations suivantes:

- *le capteur-interrupteur de position de la pédale de frein (Brake Pedal Position - BPP)* informe le micro-ordinateur si les freins sont appliqués. Il utilise ce signal pour corriger le régime de ralenti du moteur, pour commander l'embrayage du convertisseur de couple, pour commander le régulateur de vitesse et pour contrôler le compresseur du climatiseur;
- *le capteur-interrupteur de position fermée du papillon des gaz (Closed Throttle Position - CTP)* informe le micro-ordinateur quand le papillon est fermé. Il se sert de ce signal pour corriger l'injection d'essence et le régime de ralenti du moteur ainsi que pour régler le point d'allumage;

- *le capteur-interrupteur du climatiseur (A/C switch)* informe le micro-ordinateur quand le climatiseur est en fonction. Il se sert de ce signal pour commander l'embrayage du climatiseur et le moto-ventilateur du système de refroidissement ainsi que pour corriger le régime de ralenti du moteur;
- *le manocontact de direction assistée (Power Steering Pressure switch - PSP switch)* informe le micro-ordinateur quand le volant est tourné au maximum de ses limites. Il se sert de ce signal pour corriger le régime de ralenti du moteur ainsi que pour arrêter le climatiseur jusqu'à que le moteur ait corrigée la charge additionnelle appliquée au moteur;
- *le capteur-interrupteur de point-mort marche (Neutral/Drive switch - ND switch)* informe le micro-ordinateur si une vitesse est engagée (moteur en charge). Il se sert de ce signal pour régler le point d'allumage, pour corriger le régime de ralenti du moteur et commander l'embrayage du convertisseur de couple;
- *le capteur-interrupteur de position de la pédale d'embrayage (Clutch Pedal Position switch - CPP switch)* informe le micro-ordinateur s'il y a une charge appliquée au moteur. Il se sert de ce signal pour régler le point d'allumage et corriger le régime de ralenti du moteur;
- *les capteurs-interrupteurs de position engagée de la transmission (Transmission Range switches - TR switches)* informent le micro-ordinateur - lequel des rapports de transmission est engagé. Il se sert de ce signal pour commander l'embrayage du convertisseur de couple.

CAPTEUR-INTERRUPTEUR DE TYPE MARCHE/ARRÊT

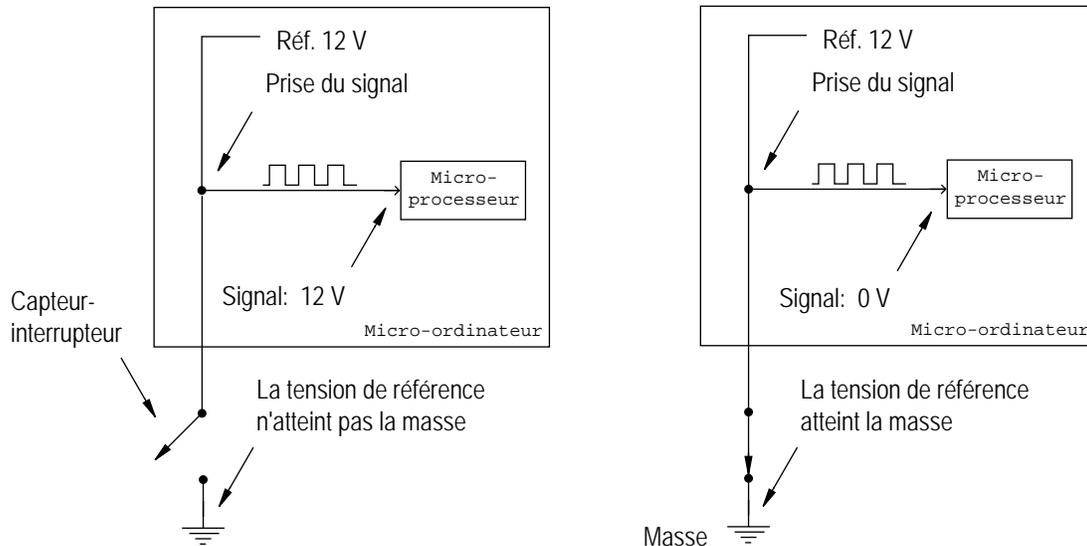
Schéma de principe du circuit électrique



Le fonctionnement du capteur-interrupteur est fort simple. Lorsque le circuit est fermé à la masse, le signal au micro-ordinateur est sous une tension nulle (0 V). Par contre, quand le circuit est ouvert, le micro-ordinateur reçoit la tension de référence (12 V).

CAPTEUR-INTERRUPTEUR DE TYPE MARCHE/ARRÊT

Principe de fonctionnement



Les signaux de sortie

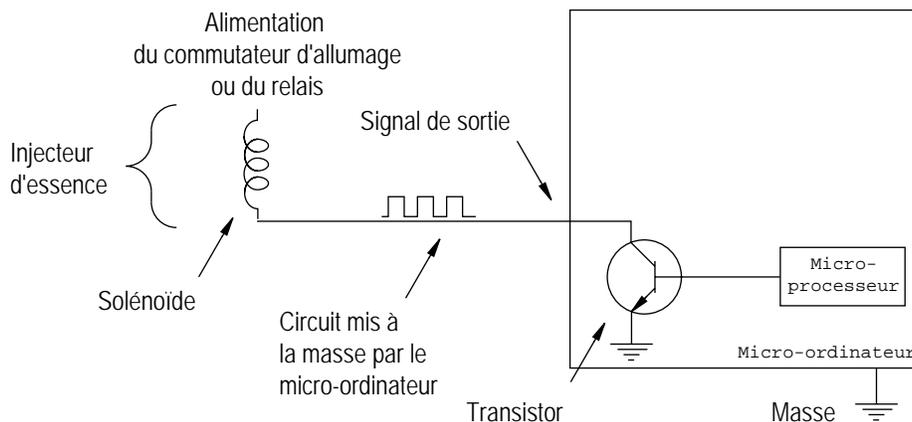
Les actionneurs de type solénoïde est une catégorie d'actionneurs qui comprend communément: les injecteurs d'essence, la commande de ralenti (Idle Speed Control - ISC) appelée également «électrovalve d'air additionnel», la commande du servo du régulateur de vitesse (Speed Control System - SCS), l'électrovalve de purge de l'absorbeur de vapeurs de carburant (EVAPorative emission canister purge valve - EVAP canister purge valve), l'électrovalve de recirculation des gaz d'échappement (Exhaust Gaz Recirculation valve - EGR valve), la commande de la soupape de décharge du turbocompresseur (TurboCharger wastegate regulating valve - TC wastegate regulating valve) etc.

La commande électronique d'injection d'essence est utilisée pour remplacer le carburateur qui était nécessaire afin de préparer le mélange gazeux air-essence dans des proportions recherchées. Le procédé se fait à l'aide d'injecteurs électromécaniques. Selon l'importance de la pression d'alimentation, on rencontre deux types d'injecteurs: l'injecteur à *basse pression* qui nécessite une bille (rarement une aiguille) et l'injecteur à *haute pression* qui utilise une aiguille pour contrôler le débit de l'essence.

Bien que leur forme soit totalement différente, ces deux types d'injecteurs renferment les mêmes éléments. Ils comprennent un enroulement électromagnétique ainsi qu'une pièce mobile soit, selon le cas, une bille ou une aiguille et un ressort de rappel formant un électro-aimant. La résistance électrique des enroulements diffère selon les constructeurs et les types d'injecteurs. Une connexion électrique assure le raccordement de l'enroulement du solénoïde, à la fois, à la source de courant de la batterie et au circuit de commande transistorisé du micro-ordinateur. Dans un système à plusieurs injecteurs, l'injection peut se faire de façon simultanée à commande unique et individuellement dans le cas d'un système d'injection multipoint séquentielle de carburant (Sequential multiport Fuel Injection - SFI). Ici, il y a autant de circuits de commande que d'injecteurs. Lorsque l'injection de carburant s'effectue dans le corps de papillon (Throttle Body Injection - TBI) et compte deux injecteurs (Dual unit), ceux-ci peuvent s'ouvrir simultanément ou alternativement selon l'effort fourni par le moteur.

ACTIONNEUR DE TYPE SOLÉNOÏDE

Schéma de principe du circuit de commande de l'injecteur



Étant donné que l'orifice de l'injecteur est fixe et que la quantité d'essence doit varier selon les conditions d'utilisation du moteur, le micro-ordinateur agit, en conséquence, sur la durée d'ouverture dudit injecteur. Au moment où le micro-ordinateur ferme le circuit à la masse, l'électro-aimant, sous excitation, soulève la bille ou l'aiguille de son siège contre la force du ressort de rappel. Ce mouvement permet à l'essence pressurisée de s'échapper par l' (es) orifice (s) assurant la pulvérisation de l'essence. Dès l'ouverture du circuit électrique, le ressort repousse la bille ou l'aiguille contre son siège et l'injection de carburant cesse. Le temps de réponse et de relâchement des injecteurs est de l'ordre de 1,0 à 1,5 ms.

La commande électronique de ralenti de type solénoïde de dérivation (Air bypass solenoid) est utilisée pour agir sur le régime de ralenti afin d'éviter que le moteur cale sous une soudaine charge imposée au moteur. La commande électronique de ralenti de l'électrovalve d'air additionnel est un actionneur commandé par le micro-ordinateur. Le micro-ordinateur utilise cette électrovalve pour gérer le régime de ralenti du moteur afin de compenser pour la charge appliquée au moteur ou la température ambiante. Le calage du moteur est évité, lors d'une forte décélération, par la commande électronique de ralenti qui augmente le flot d'air à la dérivation quand le papillon se referme soudainement.

L'électrovalve d'air additionnel, composée d'un solénoïde et d'une valve, ajuste le ralenti du moteur en variant la quantité d'air de dérivation à travers le passage du corps de papillon. La quantité d'air dévié dépend du coefficient de fonctionnement (Duty cycle) de l'électrovalve. Le coefficient de fonctionnement, encore appelé «coefficient d'utilisation», représente le temps exprimé en pourcentage durant lequel le courant circule dans l'enroulement du solénoïde, et ce, pour une période donnée. Un coefficient de 100% signifie que l'électrovalve est continuellement ouverte. Le micro-ordinateur modifie ce coefficient de fonctionnement pour assurer un ralenti conforme aux exigences établies.

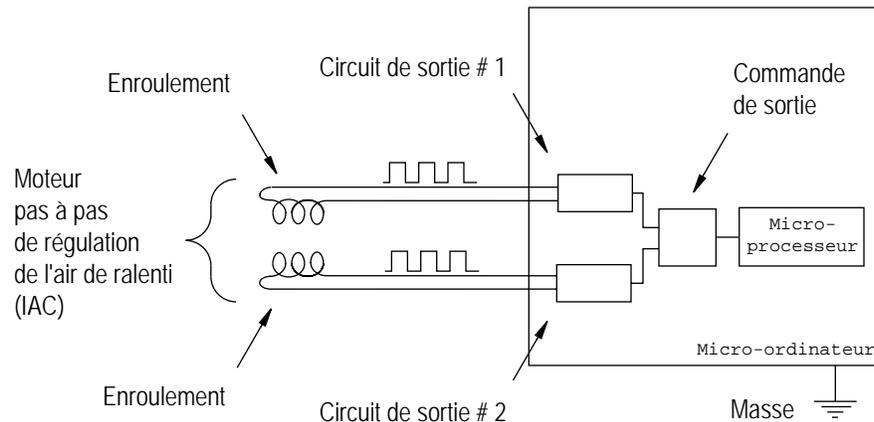
Ce coefficient de fonctionnement est établi comme le rapport cyclique (largeur d'impulsion en ms/période de l'impulsion en ms x 100). Plus le rapport cyclique est élevé, plus d'air est admis à la dérivation augmentant ainsi le régime de ralenti du moteur. Le circuit électrique de l'électrovalve se compare à celui des injecteurs. Une connexion électrique assure le raccordement de l'enroulement du solénoïde à alimentation de la batterie et l'autre au circuit de commande transistorisé du micro-ordinateur (commande par la masse).

Les actionneurs de type moteur est une catégorie d'actionneurs qui comprend généralement: la commande de régulation de l'air de ralenti (Idle Air Control - IAC), la commande de ralenti de type à «moteur linéaire» appelée «actionneur de commande de ralenti» (Idle Speed Control actuator - ISC actuator), le régulateur rotatif de ralenti, etc.

La commande électronique de régulation de l'air de ralenti (IAC) utilise un moteur dit «pas à pas» (Stepper motor) sert également à gérer le régime de ralenti du moteur. Au lieu d'être commandé à travers une électrovalve, cette commande utilise plutôt un moteur particulier. Ce moteur, contrôlant un passage d'air d'amont en aval du papillon, est constitué de deux enroulements inducteurs embobinés autour de deux séries de masses polaires décalées l'une de l'autre d'une demie-masse le tout formant le stator, d'un rotor à aimant permanent possédant le même nombre de pôles que le stator et d'une vis en prise avec le rotor dont est fixé à son extrémité un pointeau.

ACTIONNEUR DE TYPE MOTEUR

Schéma de principe du circuit électrique d'un moteur pas à pas



Les enroulements du stator sont alimentés successivement en fonction du signal émis par le micro-ordinateur. Le rotor tourne de la valeur d'un pas tant que le pôle N de l'aimant permanent (rotor) ne s'aligne pas avec le pôle S de l'enroulement du stator et vice-versa. À cette position, le micro-ordinateur alimente l'autre enroulement faisant tourner le rotor d'un autre pas. Cette séquence se répète tant que le pointeau n'a pas atteint la position désirée par le micro-ordinateur. Pour inverser le sens de rotation du rotor, le micro-ordinateur inverse la polarité dans les enroulements. L'immobilisation du pointeau s'obtient par alimentation simultanée des deux enroulements du stator. Le pointeau peut adopter 256 positions (pas) différentes d'après le «nombre d'impulsions» (counts) transmises par le micro-ordinateur. La position du pointeau sur son siège signifie au micro-ordinateur le nombre 0. Tandis que le nombre 255 signifie, pour lui, l'ouverture maximum du passage à l'air.

La commande électronique de ralenti de type à moteur linéaire sert également à gérer le régime de ralenti du moteur. Contrairement aux autres dispositifs de ralenti qui contrôlaient un passage d'air de dérivation, celui-ci agit sur le papillon à l'aide d'un moteur réversible. Il s'agit d'un moteur à vis sans fin constitué d'un simple enroulement commandé par le micro-ordinateur. Ce dernier n'a qu'à inverser la polarité pour augmenter ou diminuer la course du levier d'accélérateur. Un capteur/interrupteur de ralenti situé à l'extrémité de la tige informe le micro-ordinateur qu'il doit prendre en charge le réglage du régime de ralenti du moteur.

Les moteurs de type linéaire et de type pas à pas servent également à prévenir l'auto-allumage lors de l'arrêt du moteur lesquels prennent ensuite une position prédéterminée pour faciliter le prochain démarrage.

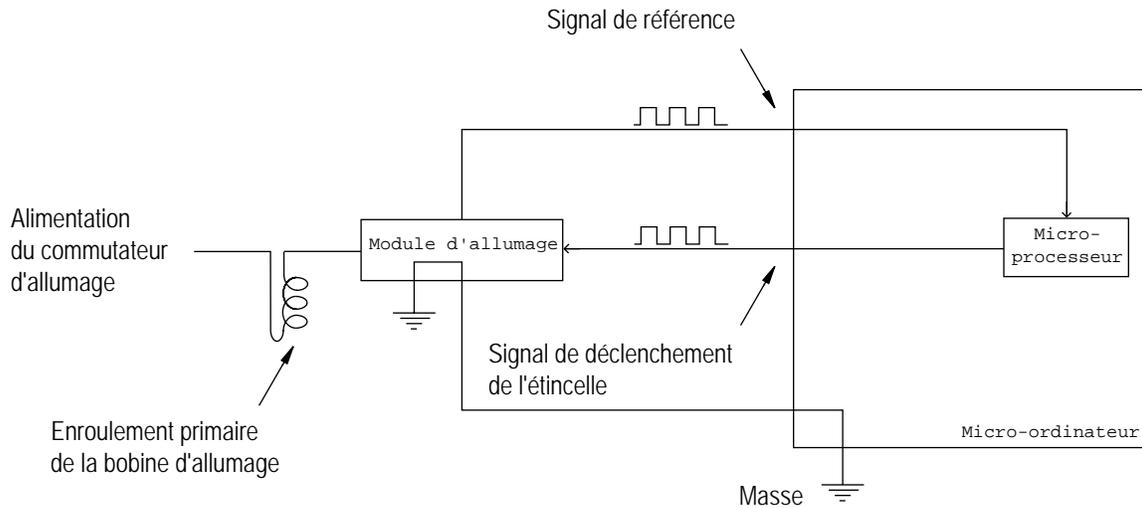
La commande électronique de ralenti de type régulateur rotatif sert, lui aussi, à gérer le régime de ralenti du moteur. Cet actionneur rotatif de ralenti possède deux enroulements. Sa rotation est limitée à 90 degrés. Un tiroir rotatif, fixé sur l'arbre de l'induit, permet la régulation du débit d'air entre l'amont et l'aval du papillon. Les deux enroulements du moteur sont soumis périodiquement et alternativement à une tension commandée par le micro-ordinateur.

Les actionneurs de type module est une catégorie d'actionneurs qui comprend communément: la commande du module de gestion de l'allumage (Ignition Control Module - ICM), certains modules de commande du moto-ventilateur (Fan Control module - FC module), la commande du module de calcul de la consommation d'essence, encore appelée «état de gestion de l'alimentation en carburant» (Fuel economy monitor ou Fuel system status), certains modules de commande du régulateur de vitesse, etc.

La commande électronique du module de gestion de l'allumage sert à ouvrir le circuit primaire de la bobine d'allumage afin de produire l'étincelle au bon moment sous l'ordre du micro-ordinateur. Ce concept est appelé «contrôle électronique de l'avance à l'allumage».

ACTIONNEUR DE TYPE MODULE

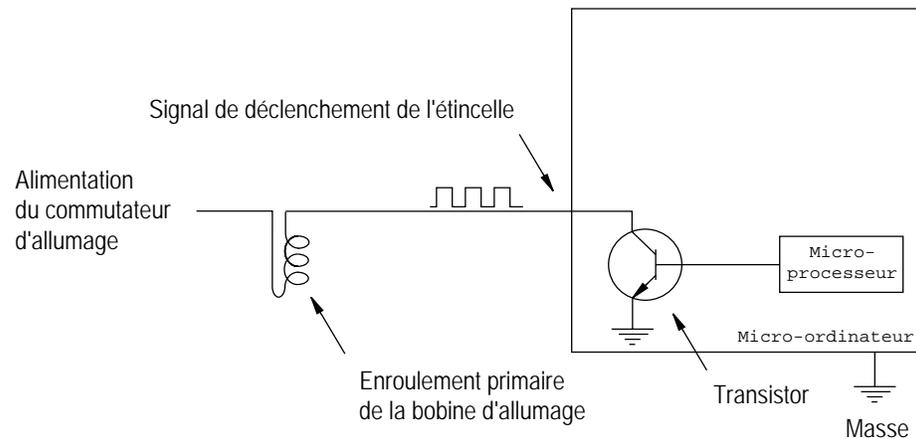
Schéma de principe du circuit de contrôle d'avance à l'allumage avec module



Afin de réduire le nombre de composants du système de contrôle électronique de l'avance à l'allumage et de le simplifier, de plus en plus de constructeurs ont supprimé le module d'allumage. C'est le micro-ordinateur qui commande l'ouverture du circuit primaire de la bobine ou des bobines d'allumage.

ACTIONNEUR SUPPRIMÉ

Schéma de principe du circuit de contrôle d'avance à l'allumage sans module

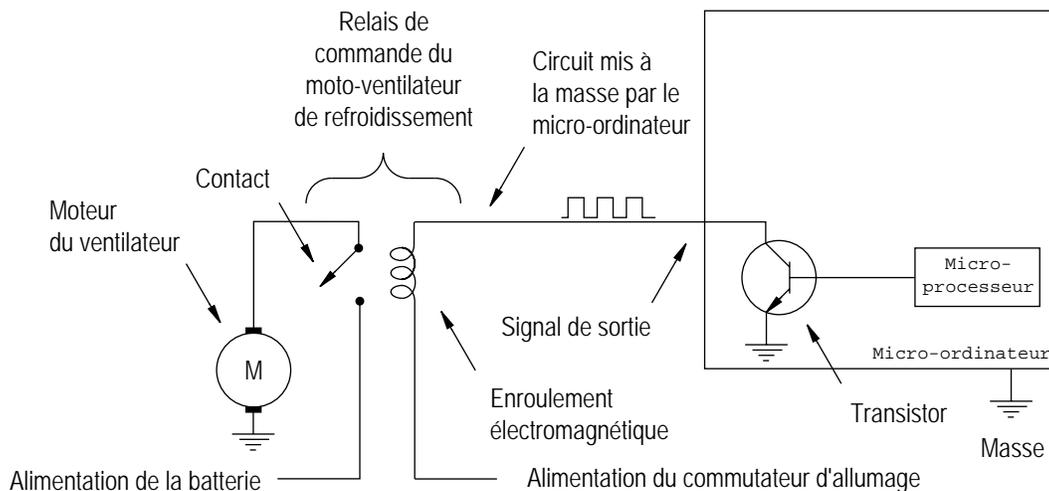


Les actionneurs de type relais est une catégorie d'actionneurs qui comprend généralement: la commande de la pompe à carburant (Fuel Pump relay - FP relay), la commande de l'embrayage du convertisseur de couple (Torque Converter Clutch relay - TCC relay), certains relais de commande du moto-ventilateur (Fan Control relay - FC relay), la commande de l'embrayage du climatiseur (Air Conditioning clutch relay - A/C clutch relay), etc.

La commande électronique du moto-ventilateur du système de refroidissement peut se faire soit par un actionneur de type *module* ou bien directement par un actionneur de type *relais*. Dans ce cas, le moteur électrique du ventilateur est commandé par le micro-ordinateur à travers un relais. Lorsque le moteur atteint une température prédéterminée de 108°C environ, le micro-ordinateur met l'enroulement électromagnétique du relais à la masse. Ainsi, le courant de la batterie peut se rendre directement au moteur du ventilateur à travers les contacts fermés du relais.

ACTIONNEUR DE TYPE RELAIS

Schéma de principe du circuit électrique du ventilateur du système de refroidissement



Les actionneurs de type ampoule ou diode électroluminescente est une catégorie d'actionneurs qui comprend: la commande du témoin de charge, la commande de l'indicateur de changement de rapport (Shift Indicator - SI), la commande du témoin d'anomalie (Mafunction Indicator Lamp - MIL), la commande du témoin d'anomalie «CHECK ENGINE» et de sortie des codes d'anomalie (Diagnostic Trouble Code - DTC), la commande du témoin de vérification et d'entretien (Inspection and Maintenance - I/M), etc.

Il faut signaler que tous ces témoins s'allument dès que la clé de contact est placée sur la position «ON» et s'éteignent, une fois le moteur parti, si tout est conforme. La raison en est fort simple, ça permet de savoir si les ampoules ou les diodes électroluminescentes sont en état de fonctionner en cas d'anomalies.

CHAPITRE

7

OSCILLOGRAMMES
DE
DIAGNOSTIC

INTRODUCTION

En raison de la vaste gamme de possibilités qu'offre un oscilloscope numérique, en passant par la mesure ou la vérification de tout signal électrique d'entrée ou de sortie d'un micro-ordinateur de bord ainsi que par la comparaison simultanée à l'écran de plusieurs signaux permettant de déterminer si leur synchronisation d'événements particuliers est appropriée, l'écran de vérification servira à:

- déterminer ce qui se produit en un point particulier d'un circuit à partir du tracé du signal;
- mesurer les valeurs de tension et l'amplitude des signaux;
- déterminer l'écart de tension entre des points particuliers d'un oscillogramme;
- déterminer l'intégrité d'un circuit;
- indiquer si un circuit est anormalement ouvert;
- indiquer une mise à la masse;
- mesurer une chute de tension;
- indiquer s'il y a une résistance parasite dans un circuit spécifique;
- déterminer l'écart en temps entre des points particuliers d'un oscillogramme;
- déterminer la polarité d'un circuit;
- mesurer la durée d'impulsion;
- mesurer le rapport cyclique;
- déterminer la fréquence;

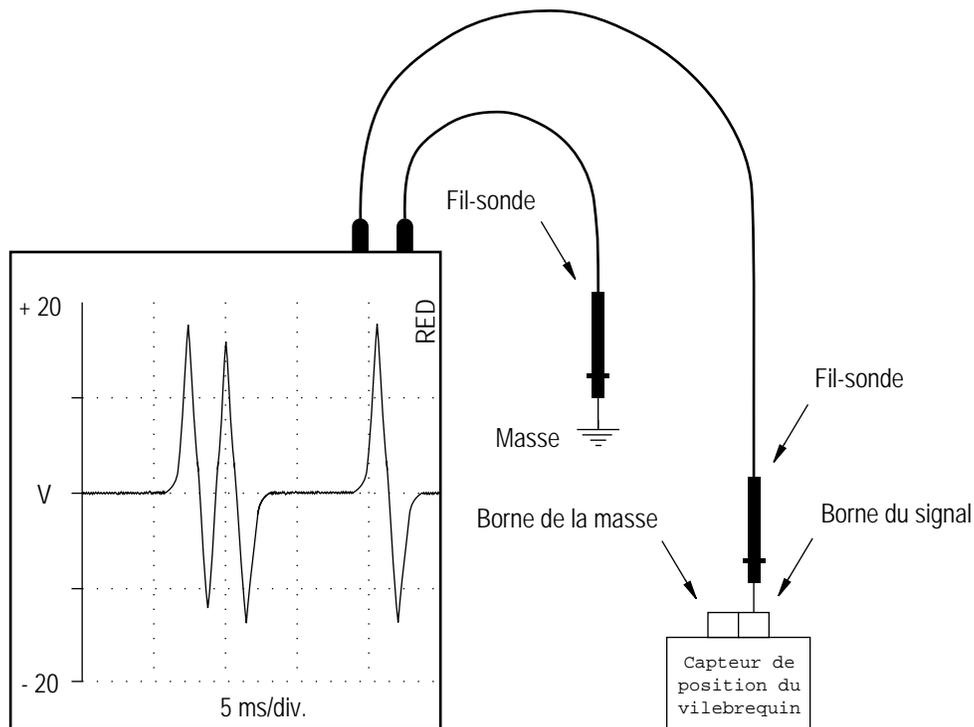
- observer le temps de montée;
- observer le temps de descente;
- observer les anomalies générales des formes d'onde;
- comparer un oscillogramme obtenu avec un autre considéré comme normal.

Les oscillogrammes des signaux d'entrée

Le capteur de position du vilebrequin de type de signal analogique (Crankshaft Position sensor - CKP sensor), branché de la bonne façon à un oscilloscope numérique, devrait afficher à l'écran, à titre d'exemple, un oscillogramme semblable à celui de la figure ci-dessous.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

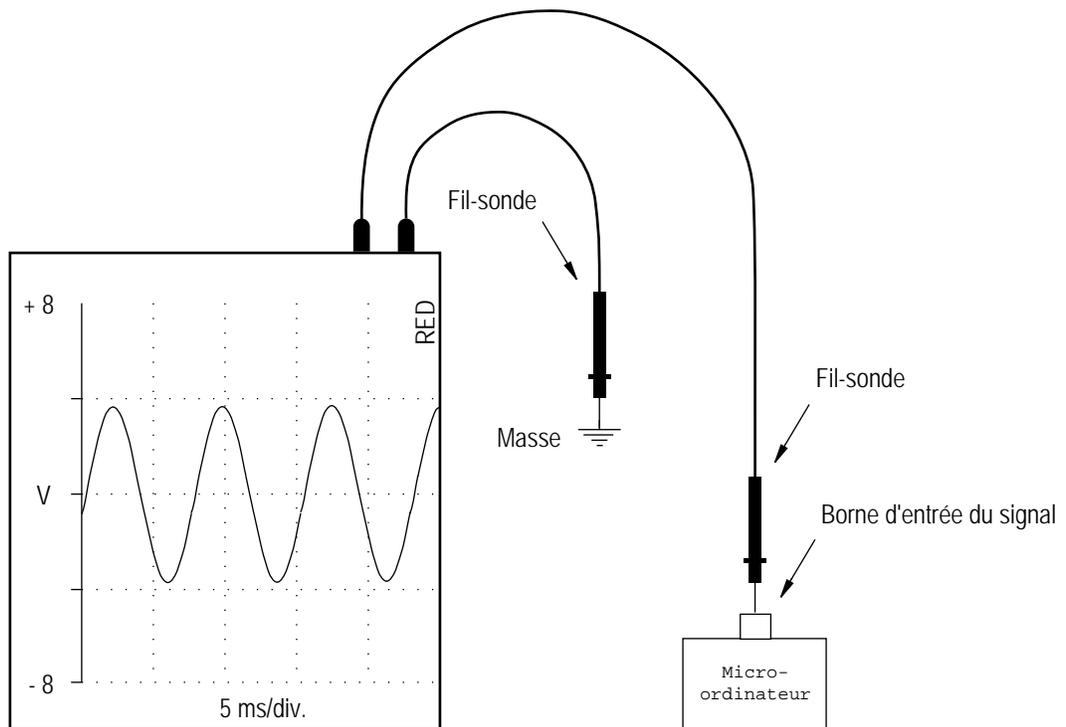
Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un capteur de position du vilebrequin



Le capteur de vitesse du véhicule de type de signal analogique (Vehicle Speed Sensor - VSS) devrait afficher à l'écran de l'oscilloscope numérique, à une vitesse approximative du véhicule de 16 Km/h, un oscillogramme semblable à celui de la figure ci-dessous.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un capteur de vitesse du véhicule



Étant donné l'impossibilité de brancher l'oscilloscope au capteur de vitesse du véhicule, placé sur la transmission lors d'un essai routier, il est commun d'employer un coffret à accès sélectif (breakout box) ou bien, comme le montre la figure ci-dessus, d'aller brancher l'oscilloscope directement au micro-ordinateur.

Un capteur de vitesse de roue (Wheel Speed Sensor - WSS) est un autre exemple de capteur à reluctance variable. Son oscillogramme est similaire à celui d'un oscillogramme d'un capteur de vitesse du véhicule.

Quand on visualise un oscillogramme d'un capteur à reluctance variable et que ce dernier ne produit pas de voltage de sortie, vérifier si la bobine d'induction n'a pas de coupure ou un court-circuit.

Si le signal de voltage est trop bas ou trop haut, vérifier si l'entrefer (Air gap) entre la bobine d'induction (partie fixe) et le relucteur (partie mobile) est dans les spécifications.

Si le voltage de sortie varie de façon irrégulière, vérifier si le relucteur est désaxé ou des dents du relucteur sont endommagées ou manquantes.

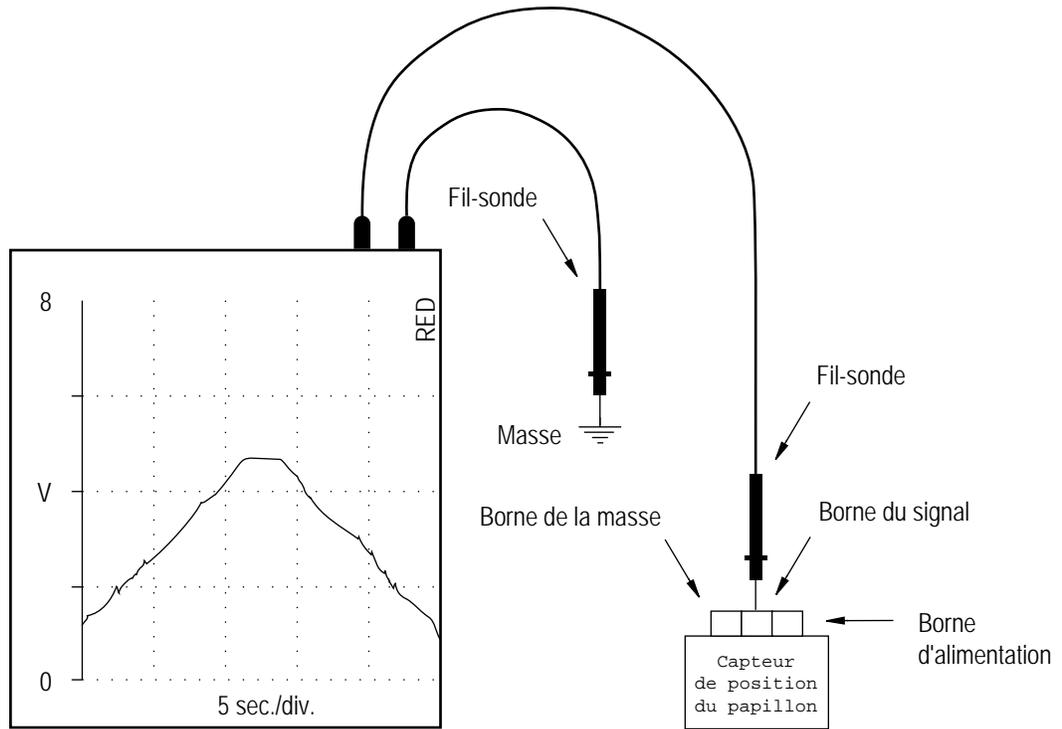
Si le voltage de sortie varie de façon intermittente, vérifier si les connexions des circuits électriques sont endommagées ou pas assez serrées.

Le capteur de position du papillon (Throttle Position sensor - TP sensor) branché à un oscilloscope numérique permettra au technicien, en visionnant l'oscillogramme de ce dernier, de découvrir une défectuosité alors impossible à déceler auparavant sans son aide.

Le test se fait avec le moteur à l'arrêt et la clé du commutateur d'allumage à la position «ON», en ouvrant et en refermant lentement le papillon. Quand vous ouvrez lentement le papillon vers sa pleine ouverture (Wide Open Throttle - WOT), notez s'il n'y a aucunes fluctuations irrégulières dans la trace de l'oscillogramme lesquelles pourraient envoyer un signal erroné au micro-ordinateur lui causant ainsi une réaction erratique.

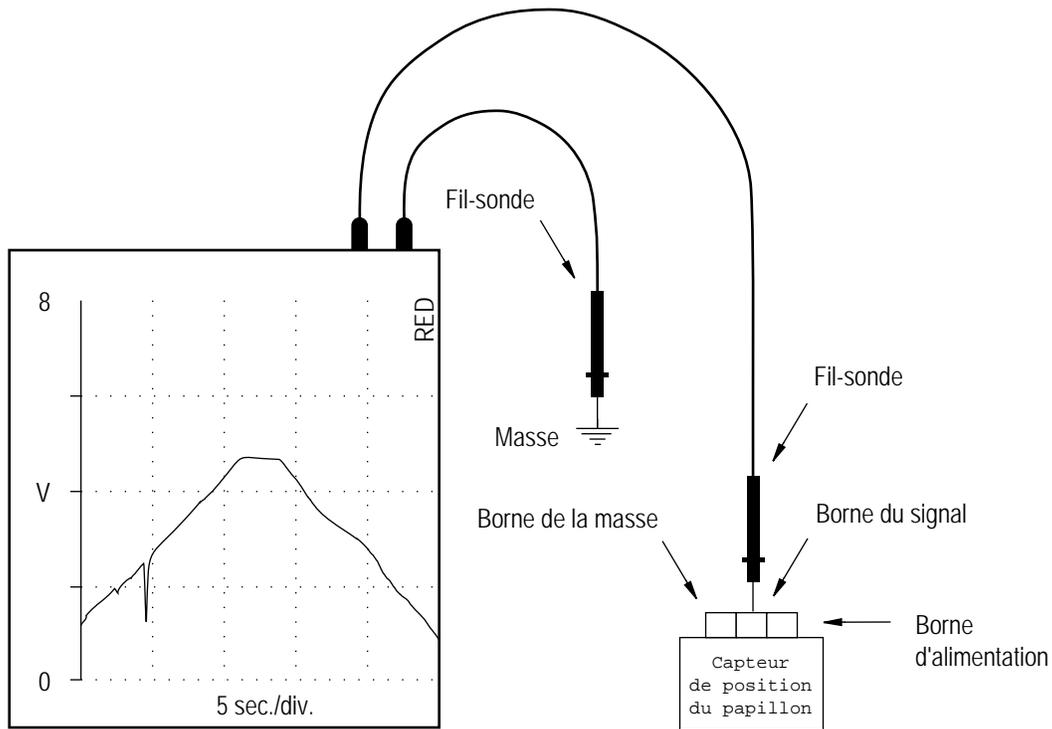
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant un bon signal d'un capteur de position du papillon



BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

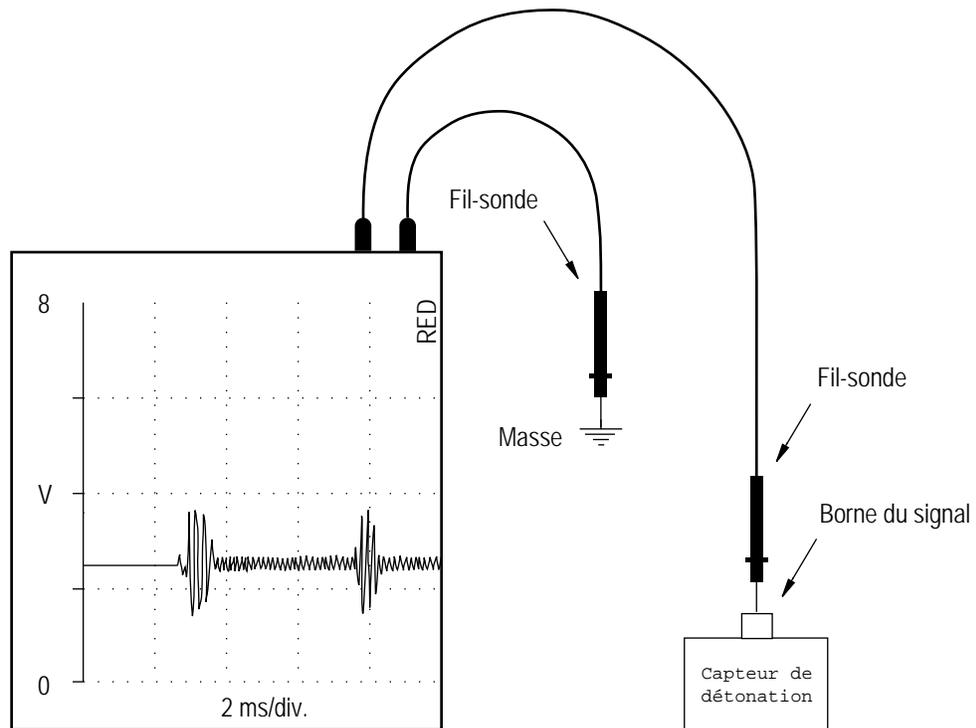
Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'un capteur de position du papillon



Le capteur de détonation (Knock Sensor - KS) devrait afficher à l'écran de l'oscilloscope un oscillogramme semblable à celui de la figure de la page suivante qui a été obtenu en frappant près de ce dernier à l'aide d'un objet métallique assez lourd. Lorsque vous cognez près du capteur de détonation, vous devriez voir à l'écran de l'oscilloscope numérique de nombreuses pointes de tension suivies de plusieurs pointes de tension de plus faible intensité.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal d'un capteur de détonation

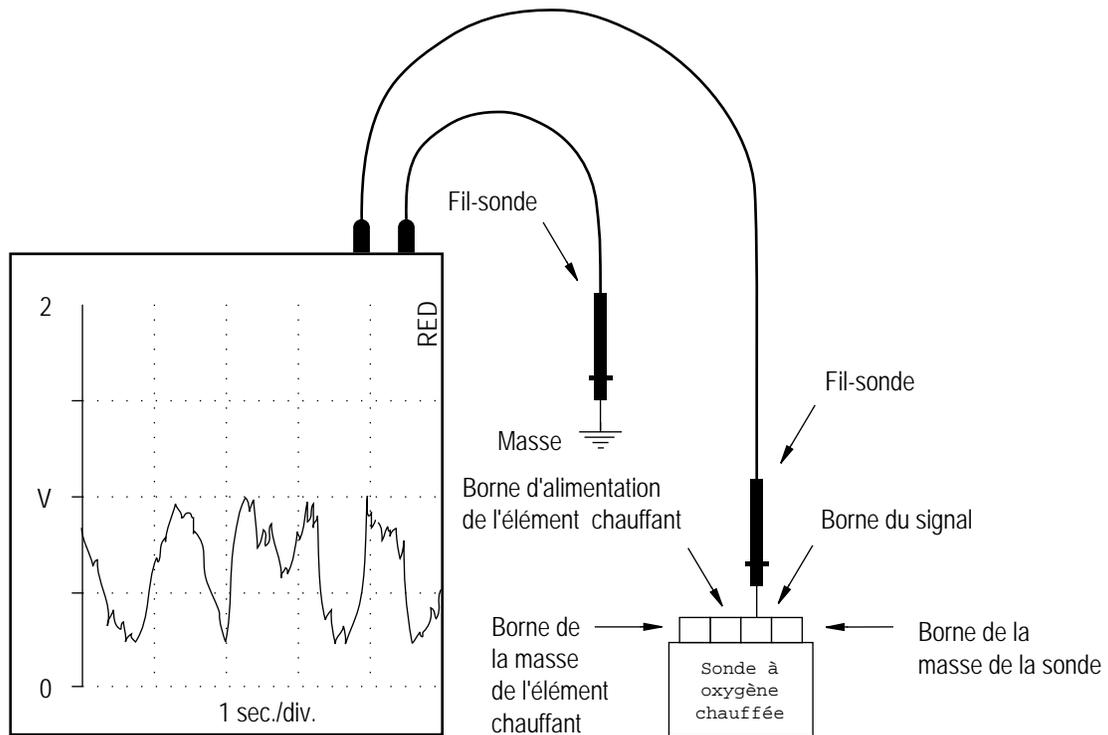


La sonde à oxygène chauffée à base de zirconium (Heated Oxygen Sensor - HO2S) doit être, dans certains cas, maintenue à une température au-delà de 290°C pendant le test de visualisation de l'oscillogramme. Un ralenti accéléré permettra de rencontrer cette température de fonctionnement de la sonde à oxygène.

Les deux figures des pages suivantes montrent des oscillogrammes d'une sonde à oxygène fonctionnant correctement et une autre affichant un mauvais signal. Ces oscillogrammes sont obtenus avec des sondes chauffées et le moteur réchauffé en marche.

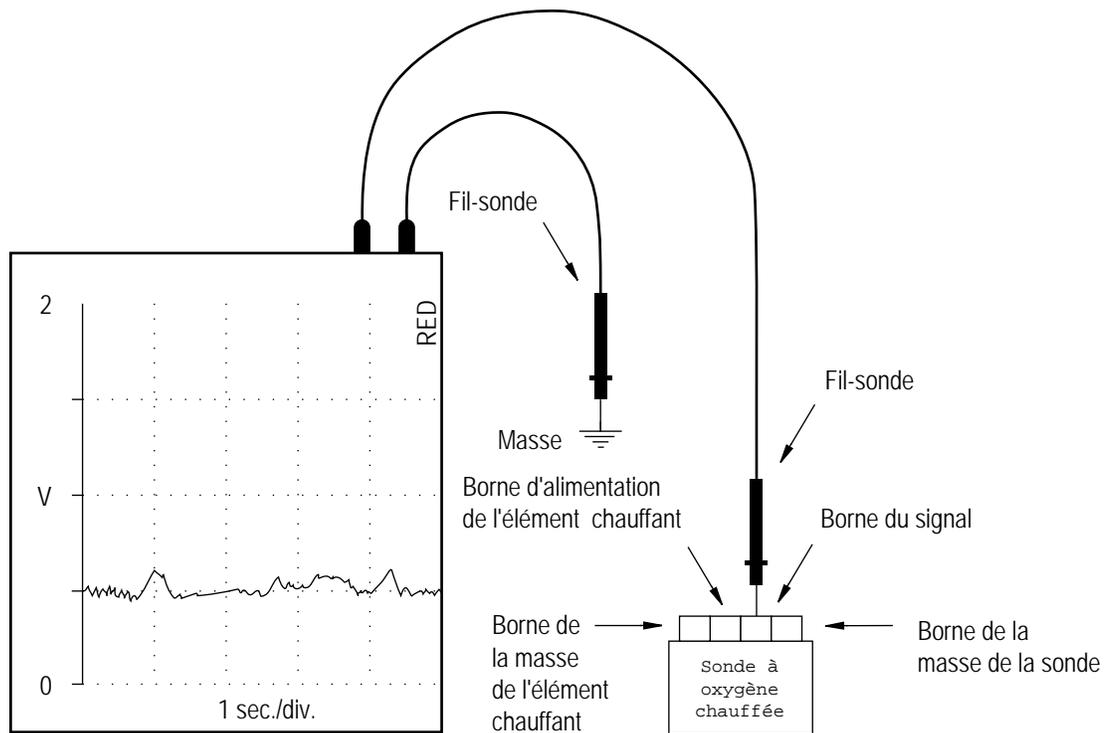
BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant un bon signal d'une sonde à oxygène chauffée à base de zirconium



BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'une sonde à oxygène chauffée



En présence d'un moteur fonctionnant à 2 000 tr/mn, le voltage de la sonde à oxygène chauffée devrait rapidement changer entre 100 et 900 millivolts parce que le micro-ordinateur cherche à obtenir le rapport stoechiométrique air/essence.

Remplacer la sonde à oxygène, si la réponse de cette dernière est lente et le signal de changement se situe autour de 450 millivolts (une fois tous les deux secondes ou plus).

Si le voltage reste fixe au-dessus de 450 millivolts ou au-dessous de 450 millivolts, cela peut signifier qu'il y a un problème au niveau du système d'alimentation en carburant causant un mélange riche ou pauvre, ou bien, la sonde à oxygène a besoin d'être changée.

La plupart des sondes à oxygène neuves ou usagées cyclent habituellement de mélange pauvre à riche entre 50 et 100 millisecondes (ms) et de mélange riche à pauvre entre 75 et 150 millisecondes. Un temps de réponse plus bas indique une sonde à oxygène répondant plus rapidement.

Le temps de transition, également appelé «durée de transition», est le nombre de millisecondes que la sonde à oxygène a besoin pour passer d'un mélange pauvre à riche ou d'un mélange riche à pauvre.

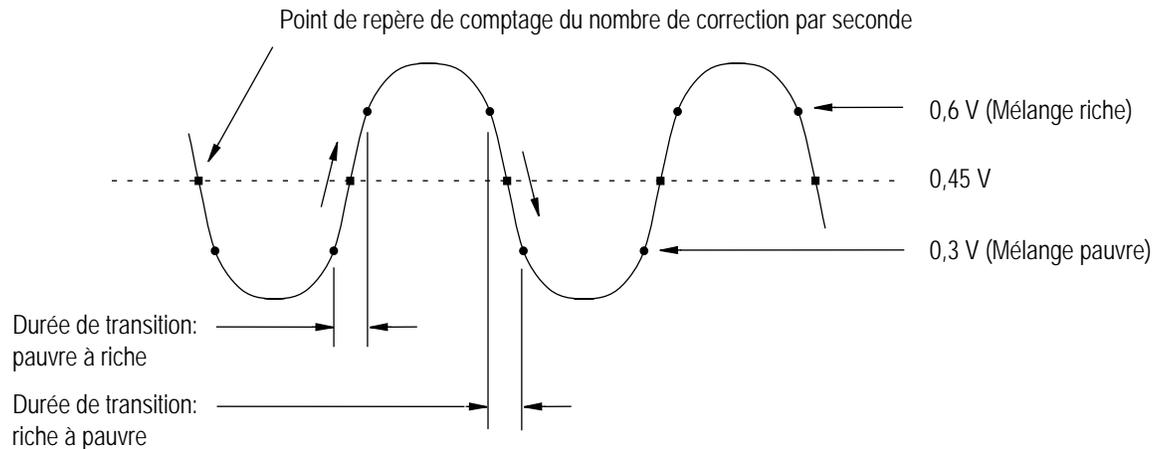
Un temps de transition plus élevé et/ou un nombre de correction (Cross counts) du mélange air-essence bas indique que la sonde à oxygène fonctionne plus lentement et qu'elle peut être défectueuse.

Le nombre de correction du mélange air-essence est le nombre de fois que la sonde à oxygène change au-dessus ou en-dessous de 450 millivolts (mV) par seconde. Normalement, pour un moteur révolutionnant à 2 000 tr/mn et sans charge, le changement se fait de 2 à 3 fois par seconde (2 - 3 cross counts).

Un nombre élevé de correction du mélange air-essence indique une sonde à oxygène répondant très rapidement et, ainsi que le système de contrôle d'injection.

INFORMATION COMPLÉMENTAIRE SUR LA SONDE À OXYGÈNE

Illustration du comment de l'affichage de l'oscillogramme à l'écran de l'oscilloscope



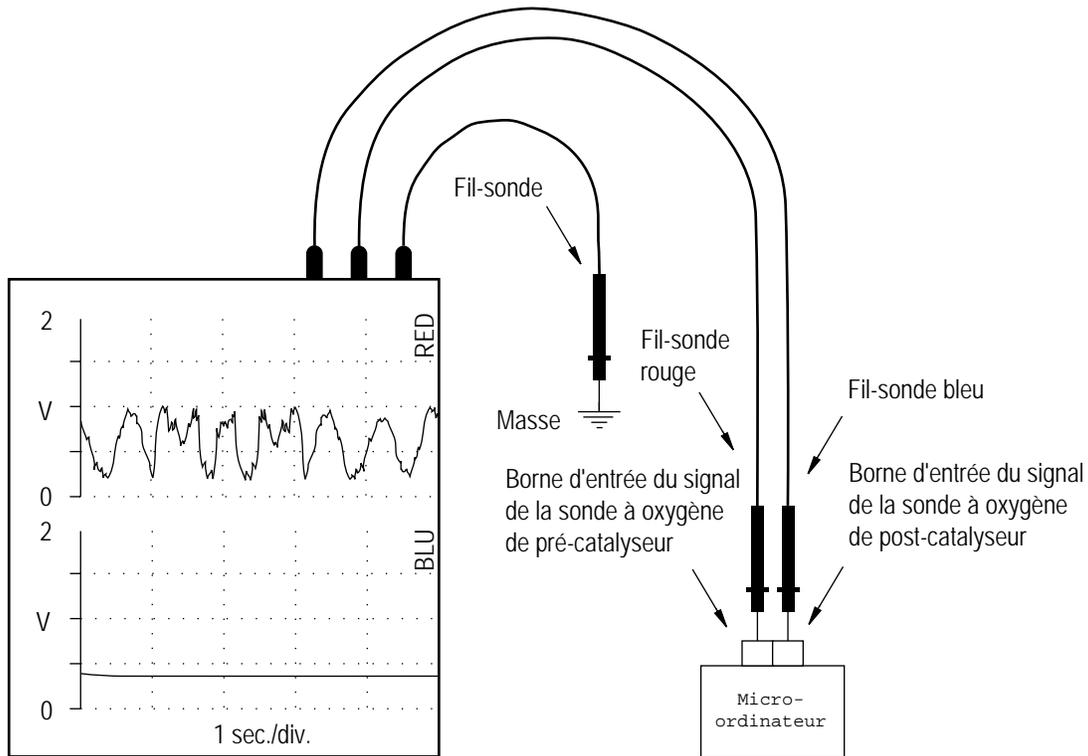
Depuis l'apparition de la technologie OBD- II, le rendement du convertisseur catalytique trifonctionnel (Three Way Catalytic converter - TWC) est étroitement surveillé par le système de diagnostic embarqué (On Board Diagnostic -OBD-II) de deuxième génération intégré au système d'injection électronique. Cette technologie comprend deux sondes à oxygène chauffées (Heated Oxygen Sensor - HO2S) , une placée avant le convertisseur catalytique est appelée «sonde à oxygène chauffée de pré-catalyseur», et l'autre, placée après le convertisseur catalytique, est nommée «sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur».

La sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur sert à mesurer la capacité de stockage/dégagement d'oxygène du convertisseur catalytique trifonctionnel. La mesure, ainsi obtenue, permet de déduire la capacité de stockage d'oxygène du convertisseur catalytique.

Un bon convertisseur catalytique (rendement de 95 pour cent pour la conversion des hydrocarbures) devrait présenter un oscillogramme relativement plat provenant du signal de tension de la sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur. La figure de la page suivante montre les branchements et l'affichage des sondes pour fin de comparaison.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant un bon signal d'une sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur

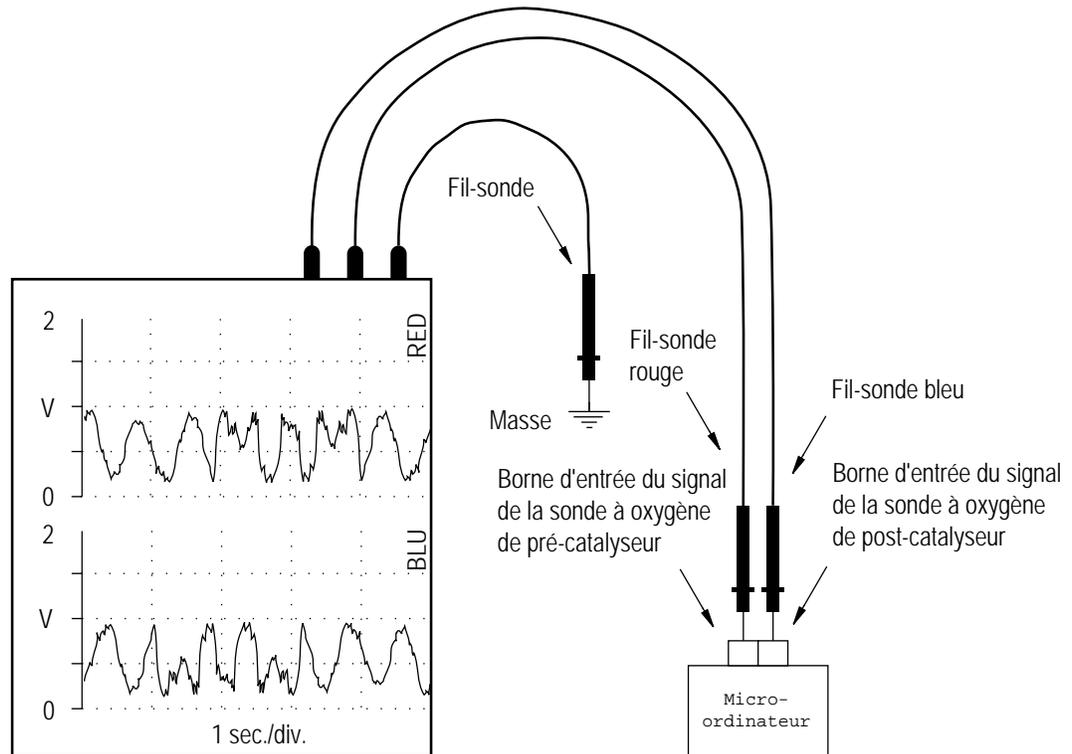


Le signal de tension de sortie de la sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur de l'oscillogramme ci-dessus indique un convertisseur catalytique en bon état parce qu'il stocke une haute capacité d'oxygène.

Quant à un convertisseur catalytique en mauvais état (rendement de 65 pour cent de conversion des hydrocarbures), la tension de sortie de la sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur sera irrégulière comme le démontre la figure de la page opposée.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant un mauvais signal d'une sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur

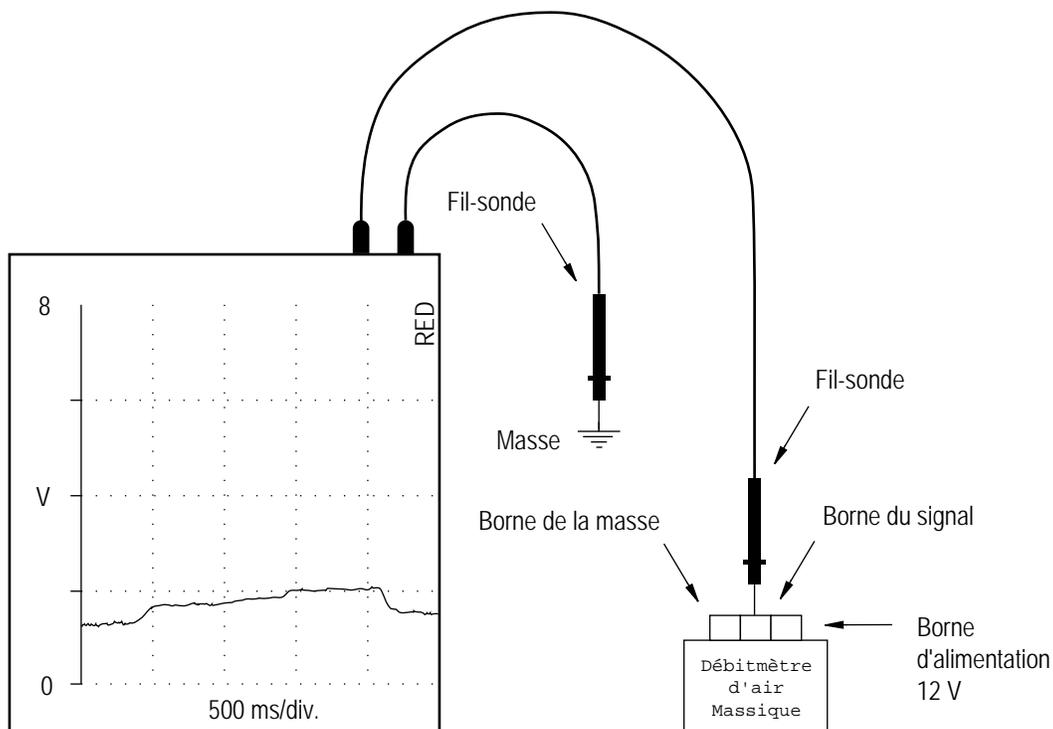


Le signal de tension de sortie de la sonde à oxygène chauffée de post-catalyseur de l'oscillogramme ci-dessus indique un convertisseur catalytique en mauvais état parce qu'il stocke une faible capacité d'oxygène.

Le débitmètre d'air massique de type de signal analogique (Mass Air Flow sensor - MAF sensor) ainsi que **le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission de type de signal analogique** (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor) produisent un signal analogique identique. La figure ci-dessous montre un exemple d'oscillogramme qu'on devrait obtenir à l'écran de l'oscilloscope avec le moteur au ralenti.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal analogique d'un débitmètre d'air massique



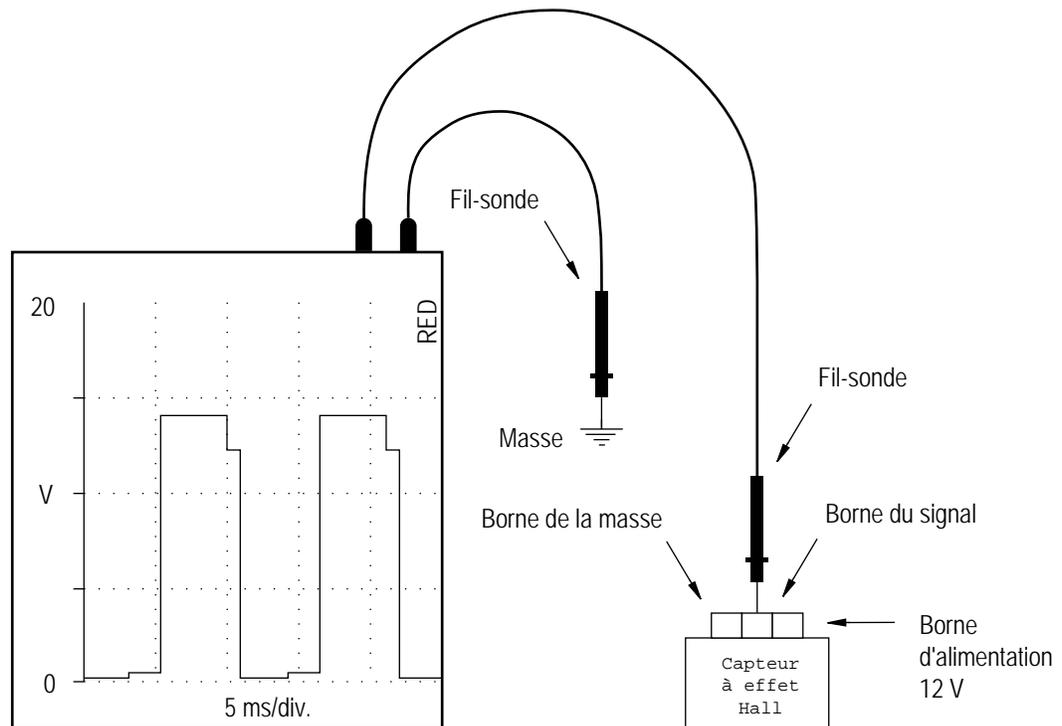
Le signal de tension analogique d'un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission et celui d'un débitmètre d'air massique devrait avoir une lecture stable au ralenti. Dès l'instant que la charge et le régime du moteur augmentent, le signal du capteur ou du débitmètre devrait, lui aussi, augmenter. Si le papillon est ouvert subitement, la trace devrait monter à une lecture maximum. Si vous constatez que le voltage est présent dans le cas d'un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission mais, qu'il n'augmente pas et ne diminue pas

lorsque vous manœuvrez le papillon (ouvert/fermé) avec le moteur en marche alors, recherchez une possible restriction dans le conduit de dépression (Vacuum) du capteur. Si le signal de tension est présent, mais ne montre aucune variation, vérifiez le circuit électrique du signal du capteur ou du débitmètre au micro-ordinateur, ou bien, considérez que le capteur ou le débitmètre a besoin d'être remplacé.

Le capteur à effet Hall (Hall effect sensor), branché de la bonne façon à un oscilloscope numérique et le moteur en marche, devrait afficher, à titre d'exemple, un oscillogramme semblable à celui de la figure ci-dessous.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal d'un capteur à effet Hall



La distorsion de créneau ou le changement d'amplitude indique que le micro-ordinateur commande le point d'allumage

La forme d'onde devrait être une onde carrée précise avec une transition évidente du signal du haut vers le bas. Les hautes et les basses valeurs de tension devraient être dans les spécifications. L'encoche dans le coin de la partie du haut de l'onde indique que le micro-ordinateur commande le point d'allumage.

Si l'onde présente une forme dentelée ou irrégulière, vérifiez si le rotor n'est pas déformé ou, si le capteur à effet Hall n'est pas desserré de son support.

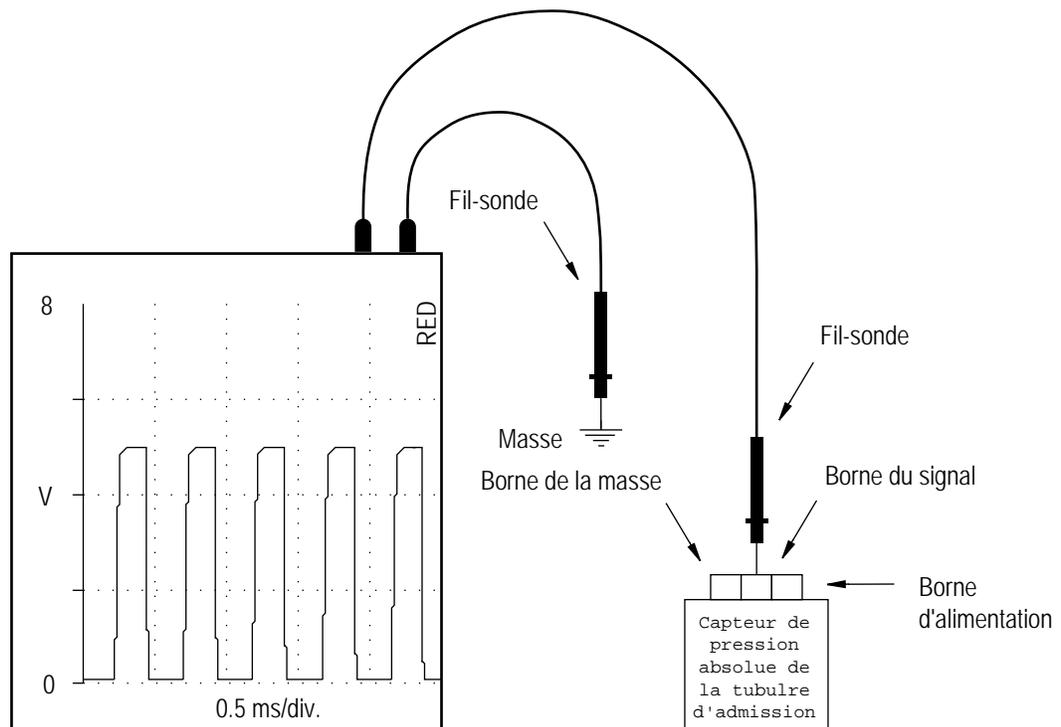
Si le maximum de voltage est trop bas, ça peut être l'effet d'une résistance excessive dans le circuit du signal du capteur ou de son circuit d'alimentation, ou bien, provenir de la faiblesse de l'aimant permanent ou d'un transistor.

Si le minimum de voltage est trop haut, vérifiez pour une mauvaise masse éventuelle entre le capteur et la masse.

Le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission de type de signal numérique (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor) ainsi que **le débitmètre d'air massique de type de signal numérique** (Mass Air Flow sensor - MAF sensor) produisent un signal numérique identique. La figure de la page opposée montre un exemple d'oscillogramme qu'on devrait obtenir à l'écran de l'oscilloscope avec le moteur au ralenti.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal numérique d'un capteur de pression absolue de la tubulure d'admission



Les ondes carrées provenant du capteur de pression absolue de la tubulure d'admission et du débitmètre d'air massique devraient être uniformes.

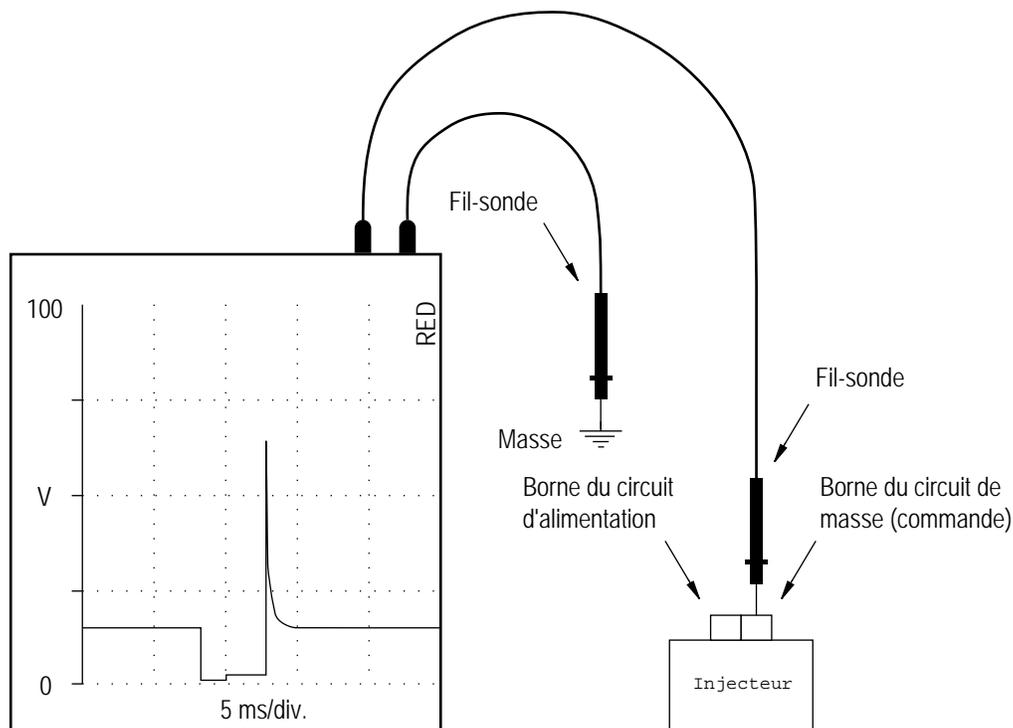
La fréquence devrait augmenter aussitôt l'augmentation du régime du moteur. Se référer aux spécifications du constructeur pour savoir si la fréquence se trouve dans lesdites spécifications. Observez le signal de fréquence du débitmètre d'air massique avec le moteur arrêté et la clé du commutateur d'allumage à la position «ON» (key ON/engine OFF) et tapez légèrement sur le débitmètre d'air massique. Si la fréquence change, c'est le signe que le débitmètre est défectueux. S'il y a présence de voltage, mais pas de changement de fréquence, c'est l'indice que le micro-ordinateur ne reçoit pas le signal de fréquence.

Les oscillogrammes des signaux de sortie

L'injecteur à une seule intensité de courant, employé sur les systèmes d'injection multipoint de carburant (Multiport Fuel Injection - MFI), devrait afficher, à titre d'exemple, un oscillogramme semblable à celui de la figure ci-dessous avec le moteur réchauffé et au ralenti.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un injecteur à une seule intensité de courant



La figure ci-dessus représente l'oscillogramme d'un injecteur qui est mis sous tension par le micro-ordinateur en ayant recours à une seule intensité de courant pour obtenir la largeur d'impulsion voulue. Le courant reste à la même intensité tout au long de la période pendant laquelle l'injecteur est maintenu ouvert. Le circuit est fermé une fois, et il est ouvert une fois. C'est pourquoi, cet oscillogramme ne présente qu'une crête de tension inductive, laquelle se produit lorsque le micro-ordinateur ouvre le côté masse du circuit du solénoïde de l'injecteur.

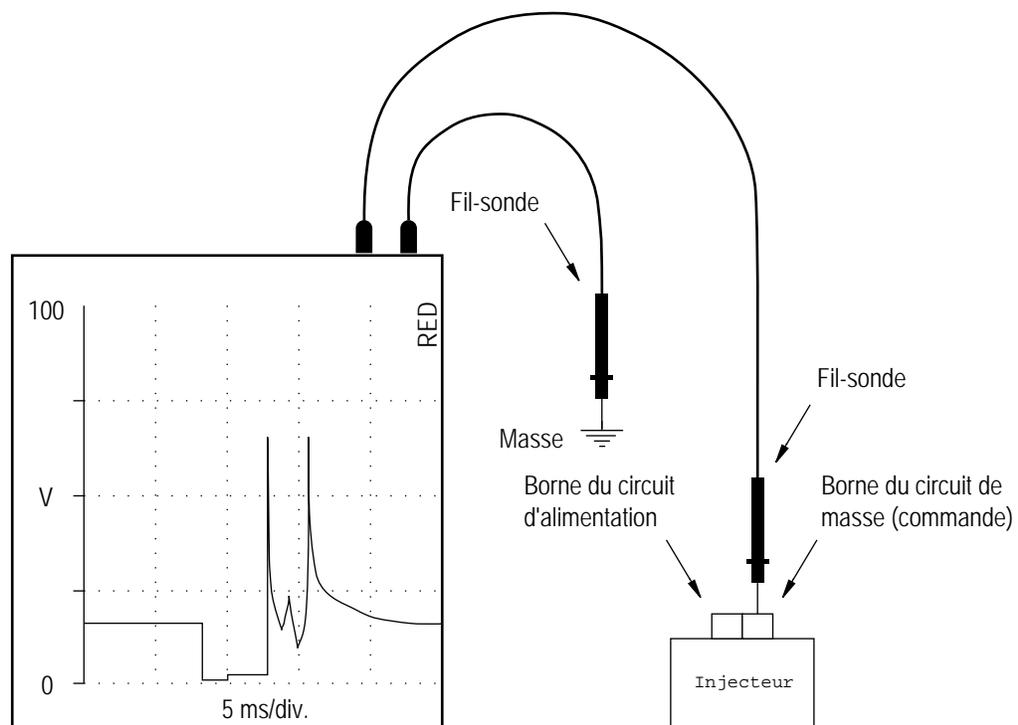
Lorsque vous visualisez un oscillogramme d'un injecteur, observez si la répétition de l'onde ne représente pas une largeur d'impulsion différente avec les suivantes, si une différence est constatée entre-elles, c'est alors le signe d'un capteur/d'une sonde ou d'un circuit électrique défectueux.

Si vous voulez mesurer la valeur de la tension et/ou la largeur d'impulsion (enregistrez et repassez une image (Frame) de l'oscillogramme de l'injecteur), pour cela, utilisez la fonction curseurs de mesure de l'oscilloscope numérique.

L'injecteur à deux intensités de courant distinctes, employé essentiellement sur les systèmes d'injection de carburant dans le corps de papillon (Throttle Body fuel Injection - TBI), devrait afficher, à titre d'exemple, un oscillogramme semblable à celui de la figure ci-dessous avec le moteur réchauffé et au ralenti.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un injecteur à deux intensités de courant distinctes



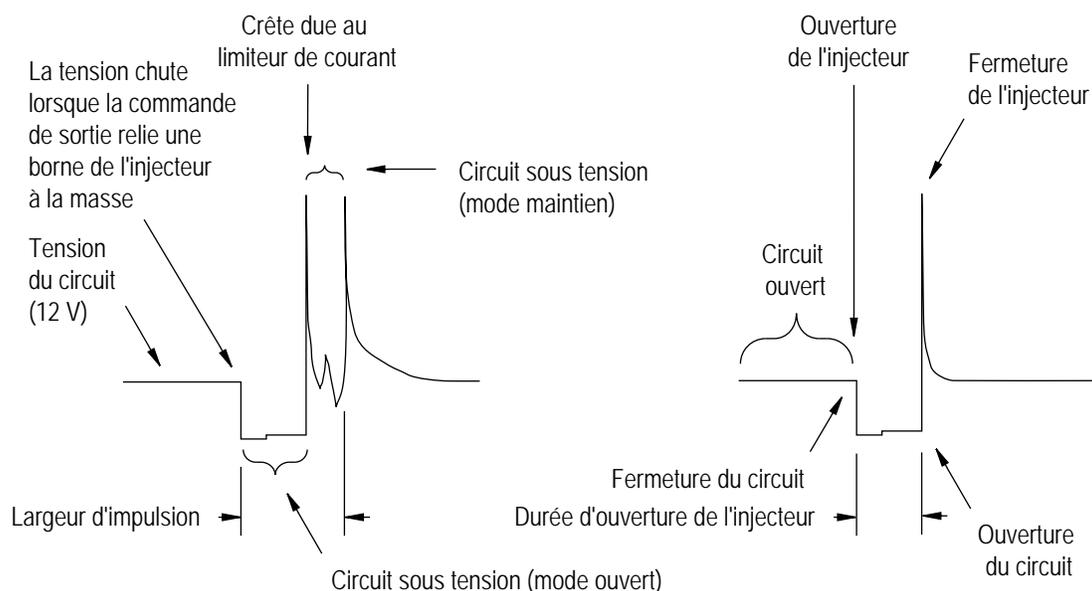
La figure de la page précédente représente l'oscillogramme d'un injecteur qui est mis sous tension par le micro-ordinateur en ayant recours à deux intensités de courant distinctes (mode ouvert et mode maintien) pour obtenir la largeur d'impulsion voulue. Ce type de commande d'injecteur présente deux crêtes de tension inductive (une crête relative à la réduction de courant et une crête reliée à l'arrêt de fonctionnement de l'injecteur (ouverture du circuit côté masse du solénoïde de l'injecteur)).

Lorsque vous visualisez un oscillogramme d'un injecteur commandé par deux intensités de courant distinctes (courant limité), observez si la répétition de l'onde ne représente pas une largeur d'impulsion différente par rapport aux autres. Ceci pourrait être le signe qu'il y a un capteur/une sonde ou un circuit électrique défectueux obligeant le micro-ordinateur à déterminer que le moteur est plus froid qu'il apparaît à cet instant.

Si vous voulez mesurer la largeur d'impulsion et/ou la valeur de la tension (enregistrez et repassez une image de l'oscillogramme de l'injecteur), rien de plus facile que d'utiliser la fonction curseurs de mesure de l'oscilloscope numérique.

AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogrammes illustrant les signaux de deux injecteurs avec et sans limitation de courant



Comme le courant nécessaire à la mise sous tension du solénoïde de l'injecteur est de beaucoup supérieur au courant (exige 4 fois plus de courant pour déplacer le noyau que pour le maintenir en place) servant à le maintenir ouvert (mode ouvert), les circuits des systèmes d'injection de carburant dans le corps de papillon réduisent le courant initial dès que c'est possible afin de prévenir la surchauffe du solénoïde. Cette réduction du courant engendre une crête de tension inductive s'ajoutant à la crête produite lorsque le courant est interrompu. Le temps en «mode ouvert» est d'environ 1 ms. Le reste du temps sous tension correspond au «mode maintien» (limitation du courant). La durée de ce mode est déterminée par le micro-ordinateur.

Les crêtes de tension inductive de l'oscillogramme d'un injecteur peuvent être observées et mesurées pour qu'on puisse, par la suite, les comparer aux oscillogrammes des autres injecteurs (d'un injecteur à l'autre). Pour une même condition de fonctionnement, des mesures variant quelque peu indiquent une anomalie de l'injecteur.

Les valeurs de la largeur d'impulsion sont plus élevées lorsque la pression atmosphérique est plus haute. Tandis que les valeurs de la largeur d'impulsion sont moins élevées lorsque l'altitude est plus haute.

Certains systèmes d'injection de carburant double (Dual system) dans le corps de papillon sont dotés de deux injecteurs qui sont, d'ordinaire, mis sous tension selon des largeurs d'impulsion différentes.

Bien qu'il n'existe pas de spécifications pour évaluer la fréquence des impulsions des injecteurs ainsi que de leur largeur d'impulsion, le tableau de diagnostic de la page suivante donne une estimation générale de la fréquence et de la durée (d'injection) avec et sans charge des impulsions des injecteurs pour tel ou tel type de système d'injection de carburant. Si l'on veut utiliser les calculs de la fréquence des impulsions pour établir un diagnostic, il importe de connaître le fonctionnement du système vérifié et les caractéristiques de l'oscillogramme des injecteurs.

TABLEAUX DE RÉFÉRENCE

Paramètres de fonctionnement des injecteurs

INJECTION DE CARBURANT DANS LE CORPS DE PAPILLON (TBI)			
Révolution (tr/mn) du moteur	Fréquence (Hz) des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs
		Sans charge	Sous charge
900	30	1 - 2 ms	12 - 20 ms
1800	60	1 - 2 ms	12 - 20 ms
2700	90	1 - 2 ms	12 - 20 ms
3600	120	1 - 2 ms	12 - 20 ms

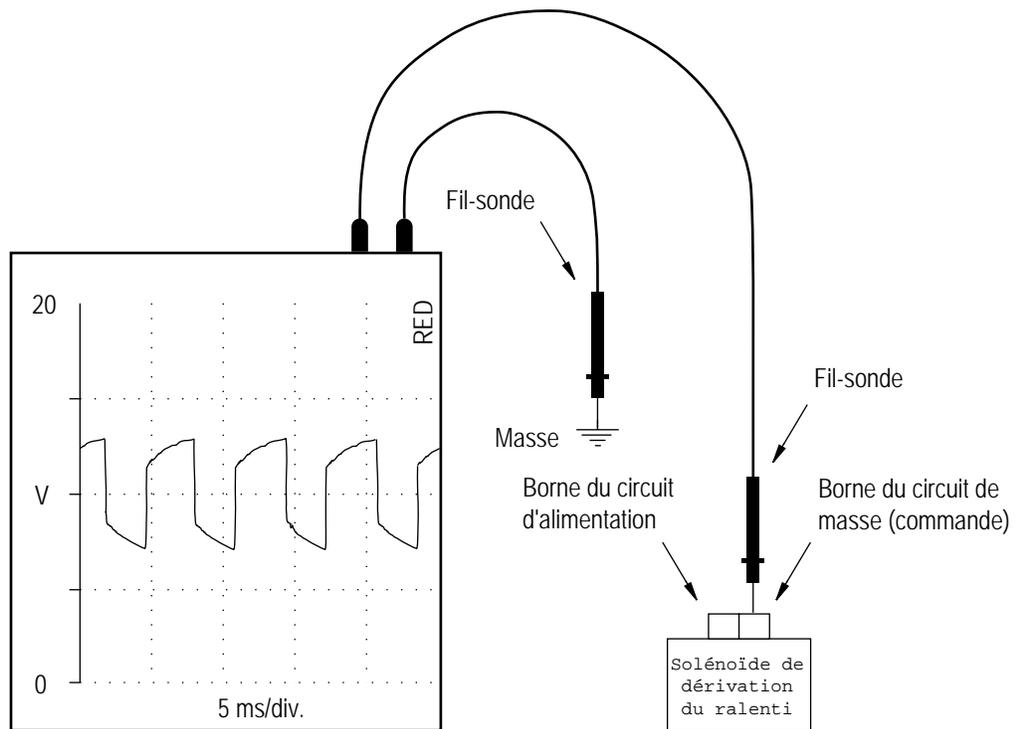
INJECTION DE CARBURANT DANS LE CORPS DE PAPILLON (Dual TBI) INJECTION MULTIPOINT DE CARBURANT (MFI)			
Révolution (tr/mn) du moteur	Fréquence (Hz) des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs
		Sans charge	Sous charge
900	15	2 - 4 ms	12 - 20 ms
1800	30	2 - 4 ms	12 - 20 ms
2700	45	2 - 4 ms	12 - 20 ms
3600	60	2 - 4 ms	12 - 20 ms

INJECTION MULTIPOINT SÉQUENTIELLE DE CARBURANT (SFI)			
Révolution (tr/mn) du moteur	Fréquence (Hz) des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs	Durée de l'impulsion des injecteurs
		Sans charge	Sous charge
900	7,5	4 - 6 ms	12 - 20 ms
1800	15	4 - 6 ms	12 - 20 ms
2700	22,5	4 - 6 ms	12 - 20 ms
3600	30	4 - 6 ms	12 - 20 ms

Le solénoïde de dérivation de la commande de ralenti (Idle Speed Control solenoid - ISC solenoid), devrait afficher, à titre d'exemple (rapport cyclique type), un oscillogramme comparable à celui de la figure ci-dessous avec le moteur au ralenti et sans charge appliquée.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal de commande d'un solénoïde de dérivation de ralenti



Le bobinage du solénoïde, de ce type de commande de ralenti, produit une induction électromagnétique laquelle donne une forme d'onde particulière qui ressemble à une nageoire dorsale de requin. Pour atténuer les oscillations de l'électrovalve d'air additionnel, une diode, appelée «diode de bouclage» est montée en parallèle avec le solénoïde.

Afin d'obtenir des conditions de ralenti optimales, le micro-ordinateur utilise les signaux des intrants suivants: la position du papillon, la température du liquide de refroidissement, la

pression hydraulique de la direction assistée, le fonctionnement du compresseur du système de climatisation et la vitesse du véhicule.

Si le système fonctionne correctement, le régime du moteur devrait augmenter aussitôt que le rapport cyclique augmente. Si le rapport cyclique ne varie pas, peut être que le micro-ordinateur opère la fonction de la commande de ralenti en «mode de dépannage» (Failure management mode) pour suppléer à une condition d'ennui d'un des intrants ou extrants qui font partie des signaux du circuit de la commande de ralenti.

Lors du départ à froid du moteur, le rapport cyclique est de 100% équivalant à l'application permanente de la tension de la batterie. Cela signifie que le passage d'air additionnel (Air bypass) est ouvert en totalité. Lorsque ce rapport cyclique est de 50%, cette tension tombe à 6 volts environ. Cela signifie que l'actionneur est mis sous tension pendant environ 50% du temps par le micro-ordinateur.

TABLEAU DE RÉFÉRENCE

Paramètres de fonctionnement du solénoïde de dérivation de la commande de ralenti

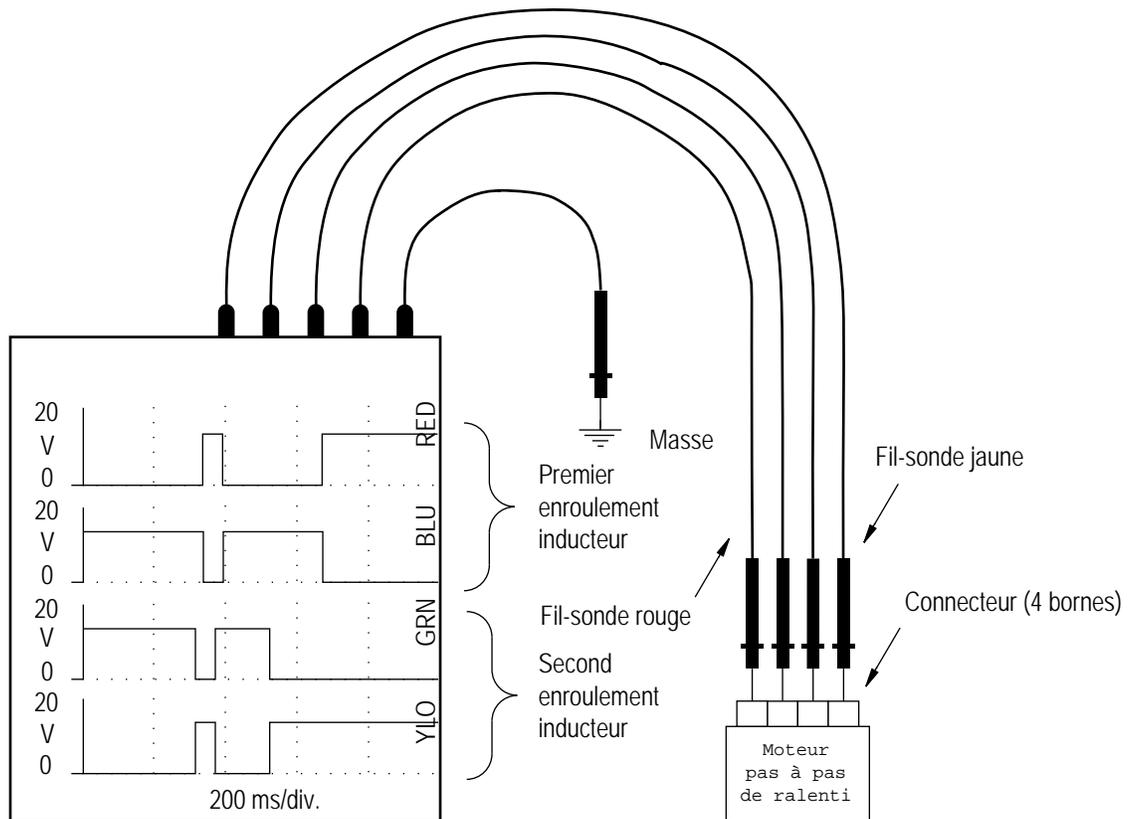
ÉTATS	CONDITIONS	RAPPORT CYCLIQUE (%)
Démarrage du moteur	Froid	100%
Ralenti	Transmission engagée	38%
Ralenti	Transmission engagée et climatisation en marche	45%

Le réglage de la vis de butée du papillon doit être effectué avec l'électrovalve d'air additionnel débranchée.

Le moteur pas à pas de la commande de ralenti (Stepper motor - Idle Air Control - IAC), devrait afficher, à titre d'exemple, des oscillogrammes comparables à ceux de la figure ci-dessous qui sont obtenus avec le moteur au ralenti.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogrammes illustrant le signal de commande de ralenti d'un moteur pas à pas



Les ondes carrées opposées représentent deux enroulements reliés à leur circuit électrique respectif. Lorsqu'un enroulement est mis sous tension, l'autre ne l'est pas. Une façon facile d'examiner visuellement le fonctionnement de la commande de ralenti est d'observer le signal électrique au moment où l'on tourne la clé du commutateur d'allumage à la position «OFF». À cet instant précis, le micro-ordinateur rétracte le pointeau à la moitié de sa course totale (pré-position) afin de préparer le prochain démarrage du moteur.

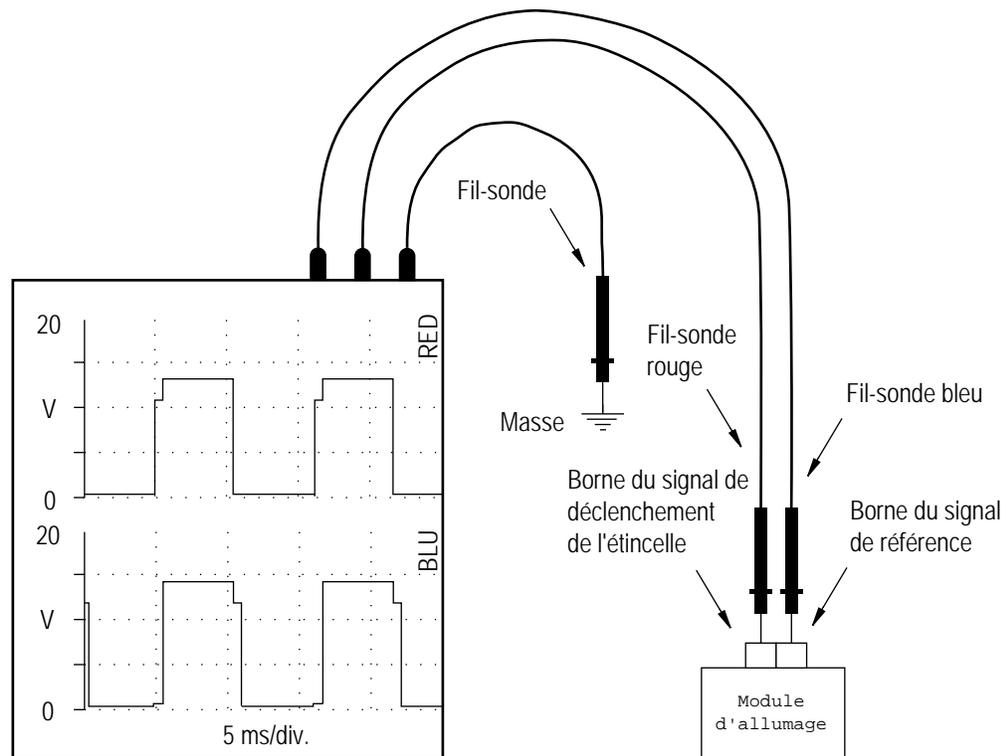
Dès l'instant qu'on observe les caractéristiques des ondes carrées opposées durant le fonctionnement du moteur, le régime de ralenti devrait changer. La sonde de température du liquide de refroidissement (Engine Coolant Temperature sensor - ECT sensor) et le capteur de position du papillon (Throttle Position sensor - TP sensor) ont un effet important sur la commande du ralenti, ainsi que les intrants informant de la charge appliquée au moteur comme le fonctionnement du compresseur du système de climatisation (Air Conditioning system - A/C system) et la pression hydraulique de la direction assistée (Power Steering Pressure - PSP) qui peuvent causer un changement notable du régime de ralenti, sans oublier, le signal d'entrée du capteur de vitesse du véhicule (Vehicle Speed Sensor - VSS).

Quand le moteur pas à pas rétracte ou étend le pointeau d'un pas, ceci doit s'afficher sous la forme d'une onde carrée opposée à l'écran de l'oscilloscope numérique. La vitesse d'exécution du moteur pas à pas est d'environ 160 pas à la seconde.

Le module d'allumage de la commande électronique d'avance à l'allumage, devrait afficher, à titre d'exemple, des oscillogrammes comparables à ceux de la figure de la page opposée.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogrammes illustrant les signaux de référence et de déclenchement de l'étincelle de la commande électronique d'avance à l'allumage avec un module



Le signal (commande) de déclenchement de l'étincelle envoyé par le micro-ordinateur au module d'allumage peut être identifié comme «réglage électronique de l'allumage» et prendre différentes appellations selon les constructeurs d'automobiles «Electronic Spark Timing - EST», «SPark OUT - SPOUT», «Spark Angle Word - SAW» etc.

La figure ci-dessus montre l'oscillogramme d'un signal de déclenchement de l'étincelle nommé «Electronic Spark Timing - EST». L'encoche dans le coin du haut de l'onde carrée indique que le micro-ordinateur commande le point d'allumage à travers le module d'allumage.

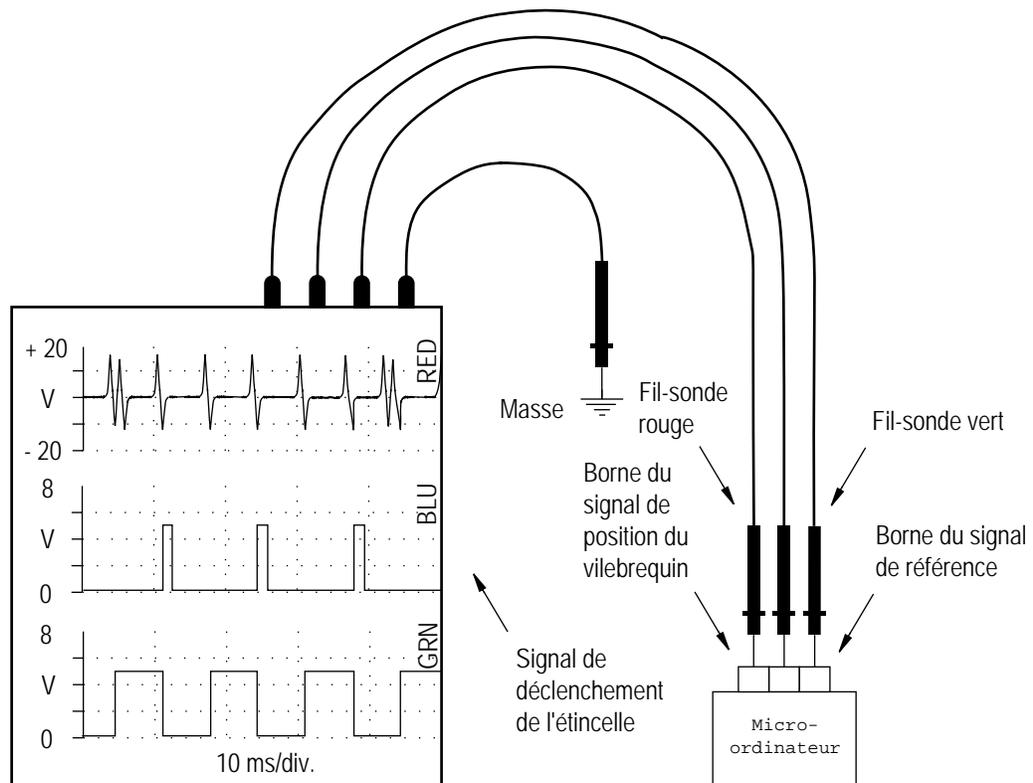
Le micro-ordinateur est utilisé pour contrôler/commander le point d'allumage (Spark timing) avec plus de précision et une plus grande fiabilité en signalant au module d'allumage quand ce dernier doit ouvrir le circuit primaire du système d'allumage. Le nombre de degrés d'avance ou de retard est déterminé par le micro-ordinateur à l'aide de ses intrants notamment, la sonde de température du liquide de refroidissement (Engine Coolant Temperature sensor - ECT sensor), le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission (Manifold Absolute Pressure sensor - MAP sensor) ou le débitmètre d'air massique ou volumique (Mass Air Flow sensor - MAF sensor, Volume Air Flow sensor - VAF sensor) et le capteur de régime du moteur (Engine speed sensor - RPM sensor). Après que le moteur ait démarré, le micro-ordinateur reçoit un signal numérique de formes d'onde carrées du module d'allumage produit par le capteur de régime du moteur, appelé communément «signal de référence», qu'il utilise pour décider quand il doit indiquer au module d'allumage du moment de déclenchement de l'étincelle à la bougie étant le signal «EST, SPOUT ou SAW». Ici, c'est le module d'allumage qui ouvre le circuit primaire de la bobine d'allumage sous l'ordre du micro-ordinateur. En avançant ou en retardant le signal, le micro-ordinateur est capable d'avancer ou de retarder le point d'allumage à partir du «point d'allumage initial» (Base timing). La figure de la page précédente montre le signal «EST» et celui de «référence» (Distributor reference signal). La différence de temps entre le flanc arrière (Falling edge) du signal de référence et le front avant (Rising edge) du signal de commande (EST) est la valeur du réglage du point d'allumage établie par le micro-ordinateur.

Si le signal de tension est présent durant l'évaluation du diagnostic, mais que l'oscillogramme du réglage de l'allumage ne montre pas de montées et de descentes de la trace, soit que le micro-ordinateur ne reçoit pas le signal de référence du capteur de régime du moteur, ou le module d'allumage ou bien le micro-ordinateur est possiblement défectueux. Attention, avant d'accuser de défectuosité un composant, il faut vérifier tous les circuits électriques et électroniques qui le relie aux autres éléments si ce n'est pas un problème dû à une coupure, à une mauvaise masse, à une résistance parasite ou à un court-circuit.

Le système de commande électronique d'avance à l'allumage sans module, devrait afficher, à titre d'exemple, des oscillogrammes comparables à ceux de la figure ci-dessous.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

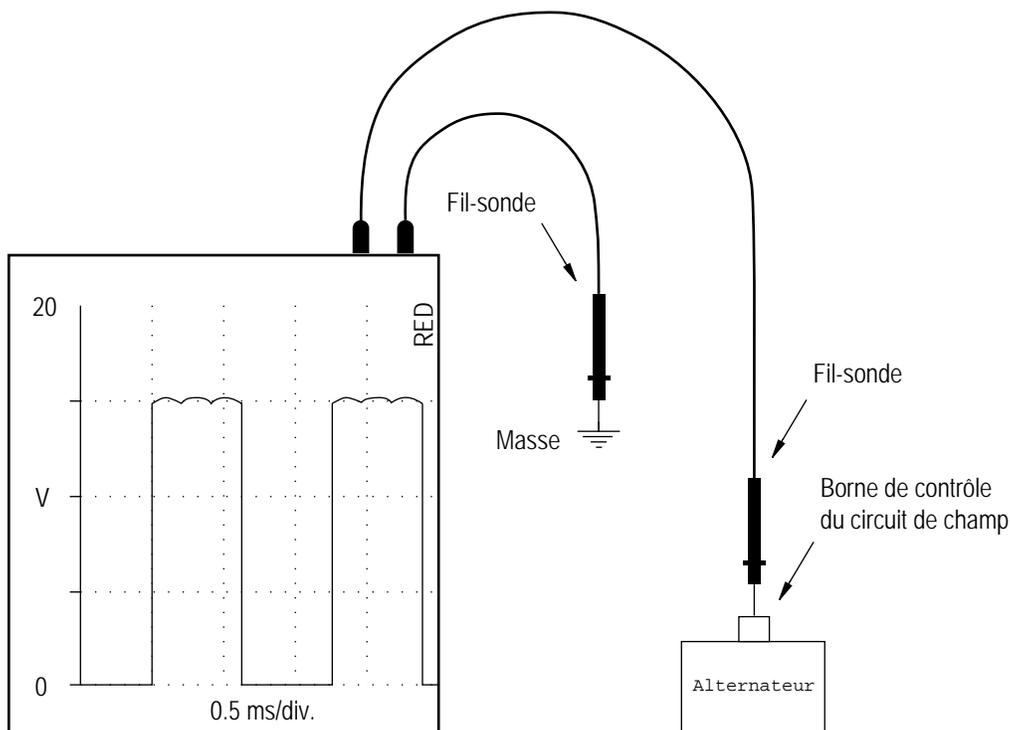
Oscillogrammes illustrant les signaux de référence, de position du vilebrequin et de déclenchement de l'étincelle de la commande électronique d'avance à l'allumage sans module



Le système de charge contrôlé par le micro-ordinateur, devrait afficher, à titre d'exemple, un oscillogramme comparable à celui de la figure ci-dessous.

BRANCHEMENT ET AFFICHAGE DE L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Oscillogramme illustrant le signal de contrôle du système de charge par le micro-ordinateur



La figure ci-dessus affiche un signal de contrôle de la limite de tension du circuit de champ du rotor par le micro-ordinateur lors d'une demande normale de courant de l'ensemble des consommateurs qui composent les systèmes électriques et électroniques du véhicule.

Le circuit de contrôle de l'alternateur s'effectue en augmentant ou en diminuant le rapport cyclique lequel révèle si le courant débité (Output current) est élevé ou faible. Noter l'ondulation des diodes, à peine visible, en haut de la forme d'onde de la tension du système de charge.

Cet oscillogramme de diagnostic permet non seulement de vérifier le fonctionnement de l'alternateur, mais aussi la limite de voltage du système de charge.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ainsi que nous l'avions mentionné au début, nous avons voulu rejoindre les professionnels de l'industrie de l'automobile, les enseignants de la formation professionnelle, les personnes qui veulent apprendre et se perfectionner elles-mêmes à l'aide de livres techniques spécialisés sans avoir à suivre de cours de formation ou de perfectionnement, et les autres que «*l'utilisation d'un oscilloscope numérique comme outil de diagnostic destiné à la technologie automobile*» intéressent.

Le but de la rédaction de cet ouvrage a été celui de combler un besoin, celui du manque d'un guide en français sur une façon simple d'approcher, à l'aide d'un oscilloscope numérique, les problèmes des systèmes électroniques qui équipent les automobiles d'aujourd'hui. L'oscilloscope numérique sert à *faciliter* le diagnostic et à *réduire* le temps du diagnostic. Seul, ce guide vous rendra un très grand service dans l'exercice de votre métier de technicien, dans votre enseignement d'un métier et dans votre apprentissage d'un métier.

Nous espérons que le contenu de ce manuel de référence technique aura un effet bénéfique sur votre métier ou votre profession en regard du service d'entretien et de réparation automobile et de la formation.

GLOSSAIRE

- AAT sensor* : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température de l'air ambiant. Abréviation de «Ambiant Air Temperature sensor».
- A/C* : Sigle anglais normalisé qui désigne le climatiseur. Abréviation de «Air Conditioning».
- Actionneur* : Dispositif comportant un moteur, une capsule à dépression ou un vérin et assurant la manœuvre d'un organe mobile (Larousse). Dans le circuit de commande électronique d'un moteur, le processeur modifie certains paramètres de fonctionnement du moteur en envoyant ses signaux à des actionneurs. Encore appelé «opérateur». En anglais «actuator».
- ACV* : Sigle anglais normalisé qui désigne la tension alternative - tension CA. Abréviation de «Alternating-Current Voltage».
- Allumage* : Action de l'étincelle à une bougie qui provoque l'amorçage de la combustion du mélange carburé dans la chambre de combustion.
- Allumeur* : Composant du système d'allumage qui déclenche le circuit primaire à la bobine d'allumage au bon instant. Distribue également les impulsions résultantes de haute tension de la bobine d'allumage aux bougies appropriées. Les allumeurs comprennent également un correcteur d'avance centrifuge et à dépression. Dans les circuits d'allumage électroniques l'allumeur n'a pour unique fonction que de distribuer le courant haute tension aux bougies dans l'ordre d'allumage et porte le nom de «distributeur». Actuellement, la technologie a fait disparaître le distributeur.
- Alternateur* : Générateur de courant électrique alternatif dans le circuit de charge d'un véhicule, dont le but est d'alimenter les équipements électriques et de recharger la batterie pendant le fonctionnement du moteur.
- Analogique* : Caractéristique d'un signal de tension qui varie de façon continue.
- Anomalie intermittente* : Anomalie qui peut ne pas se manifester au moment du contrôle, mais qui s'est produite pendant le fonctionnement du véhicule.
- Auto-allumage* : Il y a auto-allumage lorsque le moteur continue de tourner après coupure de l'allumage. Est dû à des dépôts de calamine ou à des points chauds, dans la chambre de combustion, suffisamment incandescents pour produire la chaleur nécessaire à la combustion.

Auto-induction : Induction produite dans un circuit électrique par les variations du courant qui le parcourt (Larousse).

Avance à l'allumage : Déplacement vers l'avant, dans le temps, de la production de l'étincelle d'allumage par rapport à la position du piston. Exemple: un allumage 1° avant le PMH est en avance sur un allumage 2° après le PMH.

BARO sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de pression atmosphérique. Abréviation de «BAROmetric pressure sensor».

Batterie : Dispositif servant à produire un courant électrique continu sous l'effet d'une réaction chimique.

Binaire : Qualité d'un système de numérisation n'utilisant que deux chiffres: 0 et 1.

Bobine d'allumage : Composant du système d'allumage qui se comporte comme un transformateur élévateur pour augmenter la tension de la batterie jusqu'à plusieurs milliers de volts. Une telle impulsion de haute tension est nécessaire pour que le courant franchisse l'écartement entre les électrodes de la bougie et allume le mélange carburé comprimé.

Bobine exploratrice : Dispositif électromagnétique utilisé dans certains capteurs d'une commande électronique. Un aimant permanent crée un champ magnétique. Si le champ magnétique varie dans la région où se trouve la bobine, un signal électrique est transmis au micro-ordinateur. Encore appelée «bobine inductive».

Boucle fermée : Mode de fonctionnement du circuit de commande électronique d'un moteur, par lequel les signaux de sortie du processeur qui lui sont renvoyés pour lui permettre d'évaluer les résultats de ses commandes aux actionneurs et d'apporter les corrections éventuelles requises. Ce mode concerne surtout la commande du carburant. En anglais «Closed Loop - CL».

Bruit de circuit : Phénomène causé par l'interférence d'un circuit porteur d'une haute tension (interférences électromagnétiques et interférences de fréquences radio).

Capteur : Dispositif qui mesure une valeur physique et en transmet l'information au micro-ordinateur sous la forme de signaux électriques.

Carburant : Toute substance combustible brûlée pour obtenir de la chaleur, en particulier dans un moteur thermique. Les carburants peuvent comprendre l'éthanol, le méthanol, le gaz naturel, le propane et autres types en plus de l'essence, du gazole et du kérosène.

Catalyseur : Corps ou substance qui peut accélérer ou ralentir une réaction chimique sans y prendre part ni se consommer. Dans un réacteur catalytique, des métaux précieux, comme le platine, le rhodium et le palladium sont utilisés comme catalyseurs pour favoriser la combustion des hydrocarbures imbrûlés et réduire la formation de monoxyde de carbone.

CC : Sigle anglais qui désigne le convertisseur catalytique. Abréviation de «Catalytic Converter».

Chambre de combustion : Espace situé au haut du cylindre, entre la tête du piston et la culasse, dans lequel se produit la combustion du mélange air-essence.

Champ magnétique : Zone où se manifeste un phénomène magnétique autour d'un aimant ou d'un conducteur dans lequel circule un courant électrique.

Chute de tension : Variation de pression électrique entre deux points d'un circuit, ou tension absorbée dans une résistance.

Circuit : Ensemble de composants traversés par l'électricité de la source au retour.

Circuit électrique : Un système ou une partie d'un système comprenant des composants conducteurs et leurs interconnexions dans lesquels on peut faire circuler un courant électrique

Circuit électronique : Circuit composé d'un ou plusieurs dispositifs électroniques. Encore appelé «circuit à dispositifs électroniques».

Circuit fermé : Montage électrique dont le circuit est ininterrompu et qui offre la possibilité au courant de circuler. En anglais «ON».

Circuit ouvert : Montage électrique dont le circuit est interrompu et qui n'offre pas la possibilité au courant de circuler. En anglais «OFF».

Circuit primaire : Circuit de basse tension du système d'allumage. Comprend principalement le commutateur d'allumage et la bobine d'allumage.

CKP sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de position du vilebrequin. Abréviation de «CranKshaft Position sensor».

Cliquetis : Cognement d'allumage survenant durant l'accélération et une grande charge. Dû à une trop grande avance du calage d'allumage et à une essence à faible indice d'octane.

Code d'anomalie : Code transmis par le micro-ordinateur pour informer les techniciens des anomalies découvertes dans le fonctionnement d'un système à contrôle informatisé, lors du diagnostic. Encore appelé «code de défaillance de diagnostic» ou «code de réparation».

Combustion : Fait de brûler; dans le moteur, le fait que le mélange air-essence brûle rapidement dans le cylindre.

Commande électronique d'allumage : Système de commande de calage d'allumage. Des capteurs et des sondes surveillent le régime du moteur, la dépression de la tubulure d'admission, la position du papillon des gaz, la vitesse de variation de la position du papillon des gaz, la température de l'air d'entrée et celle du liquide de refroidissement. Un module d'allumage ou une unité de commande électronique interprète les signaux provenant des capteurs et des sondes, et détermine le calage optimal d'allumage pour les conditions en vigueur. L'unité de commande électronique déclenche alors l'étincelle au bon instant.

Commutateur d'allumage : Commutateur du système d'allumage qui est actionné au moyen d'une clé, ouvre et ferme le circuit primaire de la bobine d'allumage. Peut aussi servir pour commander d'autres circuits électriques du moteur.

Connecteur : Élément facilitant le montage d'un circuit électrique ou électronique. Encore appelé «bloc de raccordement».

Consommateur : En électricité, dispositif qui transforme l'énergie électrique en chaleur, en champ magnétique, en lumière ou en mouvement.

Contacteur : Terme générique désignant un dispositif permettant d'établir ou d'interrompre un circuit électrique ou électronique, ou de changer le trajet du courant. Encore appelé «interrupteur».

Convertisseur analogique/numérique (A/N) : La plupart des capteurs et des sondes fournissent des signaux électriques qui se transforment de la même manière (analogique) que la grandeur de mesure. Mais les micro-ordinateurs ne sont capables de traiter que des séries de chiffres (chiffres binaires). Il faut donc convertir le signal analogique en un signal numérique. Exemple: mesure de la tension. Une tension de dents de scie à évolution linéaire (grandeur analogique) est comptée par des impulsions, dont le nombre définit la valeur numérique.

Convertisseur catalytique trifonctionnel : Sur un véhicule automobile, dispositif antipollution ressemblant à un silencieux, et monté sur le système d'échappement. Le convertisseur catalytique est constitué d'un nid d'abeille en céramique enduit de métaux précieux,

comme le palladium, le platine et le rhodium qui sont des catalyseurs. Lorsque les gaz d'échappement chauds entrent en contact avec ces métaux, il se produit une réaction chimique qui transforme les hydrocarbures (HC) imbrûlés, le monoxyde de carbone (CO) et les oxydes d'azote (NOx) en gaz carbonique (CO₂) inoffensif et en vapeur d'eau (H₂O). Encore appelé «réacteur catalytique» ou «catalyseur». En anglais «Three-Way Catalytic converter - TWC».

Coupage de circuit : Interruption dans la circulation du courant qui l'empêche de revenir à sa source.

Court-circuit : Mise en relation directe d'un point d'un circuit électrique avec une masse ou un autre circuit et déroutant ainsi le courant du trajet choisi. Résulte généralement d'un défaut d'isolation.

CTN : Sigle désignant le «Coefficient de Température Négatif» du matériau semi-conducteur d'une résistance électrique qui constitue l'élément sensible d'une thermistance employée sur les sondes de température. Sa résistance électrique diminue lorsque sa température s'élève. Cette propriété est utilisée pour effectuer des mesures.

Cycle : Toute série de phénomènes qui se répètent constamment.

DEL : Sigle anglais qui désigne la diode électroluminescente. Abréviation de «Light Emetting Diode».

Diode électroluminescente : Composant électronique qui émet une certaine quantité de lumière résultant de l'énergie libérée lors du transfert des charges.

Dosage air-carburant : Proportion d'air et de carburant en fonction de la masse distribuée dans les chambres de combustion.

DTC : Sigle anglais normalisé qui désigne le code d'anomalie. Abréviation de «Diagnostic Trouble Code».

ECT sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température du liquide de refroidissement. Abréviation de «Engine Coolant Temperature sensor».

EGR : Sigle anglais normalisé qui désigne le dispositif de recirculation des gaz d'échappement. Abréviation de «Exhaust Gas Recirculation».

EGRT sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température des gaz d'échappement de recirculation. Abréviation de «Exhaust Gas Recirculation Temperature sensor».

Électro-aimant : Bobine de fil de cuivre (habituellement avec noyau de fer doux) qui devient magnétique lorsqu'un courant la traverse.

Électronique : Division de la science et la technologie qui concerne la conduction et le contrôle de l'électricité dans les matériaux semi-conducteurs dans le vide ou dans les gaz.

Entrée : Donnée fournie au micro-ordinateur pour l'informer d'un état ou d'une situation. Encore appelée «intranant».

Entrefer : Partie d'un circuit magnétique où le flux d'induction ne circule pas dans le fer (Larousse).

EST : Sigle anglais qui désigne le signal de déclenchement de l'étincelle envoyé par le micro-ordinateur au module d'allumage. Abréviatiion de «Electronic Spark Timing».

EVAP : Sigle anglais normalisé qui désigne le dispositif de récupération d'émission de vapeurs de carburant du réservoir et de la cuve du carburateur. Abréviatiion de «EVAPoration emission».

FP : Sigle anglais normalisé qui désigne la pompe à carburant. Abréviatiion de «Fuel Pump».

Fréquence : Phénomène périodique qui arrive plusieurs fois par unités de temps (nombre de cycles par seconde mesuré en Hertz).

FT sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température du carburant. Abréviatiion de «Fuel Temperature sensor».

HO2S : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde à oxygène chauffée. Abréviatiion de «Heated Oxygen Sensor».

MIL : Sigle anglais normalisé qui désigne le témoin d'anomalie. Abréviatiion de «Malfunction Indicator Lamp».

IAC : Sigle anglais normalisé qui désigne la régulation de l'air de ralenti. Abréviatiion de «Idle Air Control».

IAT sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température d'air d'admission. Abréviatiion de «Intake Air Temperature sensor».

ICM : Sigle anglais normalisé qui désigne le module de gestion de l'allumage. Abréviatiion de «Ignition Control Module».

I/M : Sigle anglais normalisé qui désigne la vérification et l'entretien. Abréviations de «Inspection and Maintenance».

Induction : Création d'un courant électrique dans un conducteur en plaçant le conducteur dans le champ magnétique d'un aimant ou d'un autre conducteur sous tension.

Injection d'essence : Alimentation et dosage d'essence, en fonction de la quantité d'air aspirée, au moyen d'un équipement d'injection.

ISC : Sigle anglais normalisé qui désigne la commande de ralenti. Abréviations de «Idle Speed Control».

KS : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de détonation. Abréviations de «Knock Sensor».

MAF sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le débitmètre d'air massique. Abréviations de «Mass Air Flow sensor».

MAP sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission. Abréviations de «Manifold Absolute Pressure sensor».

Masse : Partie d'un circuit électrique ou électronique qui retourne à la source, après un consommateur.

Mélange pauvre : Mélange carburé à plus haute teneur en air et plus faible teneur en carburant que le mélange carburé normal. Le mélange 16 à 1 est pauvre comparativement au mélange 13 à 1.

Mélange riche : Mélange carburé à teneur en carburant plus élevée qu'un mélange normal et à teneur en air plus faible qu'un mélange normal. Le rapport ou dosage 13 à 1 indique un mélange plus riche que celui du rapport 16 à 1.

MFI : Sigle anglais normalisé qui désigne l'injection multipoint de carburant. Abréviations de «Multipoint Fuel Injection».

Micro-ordinateur : Dispositif à semi-conducteurs qui reçoit l'information provenant des sondes et des capteurs etc. Est programmé pour commander divers systèmes et dispositifs. Encore appelé «module, unité, boîtier, appareil de commande», «contrôleur» ou «calculateur électronique».

Microprocesseur : Partie d'un micro-ordinateur qui exécute les programmes qui résident dans sa mémoire, procède aux calculs et aux opérations de logique et prend des décisions sur la base des informations qu'il reçoit. Encore appelé «processeur».

Module : Groupe autonome de circuits et d'éléments électriques et électroniques, qui peut être remplacé d'un seul bloc.

Multimètre numérique : Appareil de mesures électriques multifonctionnel qui affiche en chiffres la valeur mesurée de tension, de courant et de résistance etc.

Numérique : Caractéristique d'un signal à deux états seulement. Exemples: oui/non, marche/arrêt, haut/bas, vrai/faux, 0/1.

OBD-II : Sigle anglais désignant les normes antipollution de deuxième génération du gouvernement de Californie relatives au «diagnostic embarqué» des véhicules automobiles. Abréviation de «On-Board Diagnostics».

Onde sinusoïdale : Valeur générique pour désigner tout tracé s'apparentant à une forme d'onde sinusoïdale, même si certains signaux peuvent produire des tracés dont l'apparence ressemble plus à des dents de scie.

Onde carrée : Valeur générique pour désigner tout tracé présentant des coins carrés.

Oscillogramme : Signal électrique reproduit sous la forme d'un tracé représentant la tension à l'écran d'un oscilloscope. L'oscillogramme d'un signal électrique indique la ou les valeurs de tension ainsi que la polarité du signal pendant une période donnée.

Photodiode : Composant électronique produit à partir d'un matériau photosensible comme le sulfure de cadmium. Lorsque la lumière augmente, la résistance du sulfure de cadmium diminue. La lumière incidente libère les électrons de la liaison cristalline. À ce moment, le courant inverse augmente proportionnellement à l'intensité lumineuse. Cette diode est surtout utilisée comme commande pour des dispositifs d'éclairage.

Potentiomètre : Résistance électrique variable à trois bornes. Deux de ces bornes sont les extrémités de l'élément résistant. La troisième est reliée à un curseur qui se déplace le long de l'élément résistant dont on peut modifier mécaniquement la valeur.

Pression absolue : Pression mesurée par rapport au vide parfait.

Pression atmosphérique : Pression (force par unité de surface) causée par la force de gravitation sur la masse atmosphérique de la terre. La pression atmosphérique au niveau de la mer est de 101,3 kPa (la valeur généralement admise est de 100 KPa). Elle augmente si l'altitude décroît.

PSP switch : Sigle anglais normalisé qui désigne le manoccontact de direction assistée. Abréviation de «Power Steering Pressure switch».

Rapport air/carburant : Proportion du volume d'air avec la quantité de carburant dans le mélange gazeux.

Rapport stoechiométrique : Rapport air-carburant indiquant la quantité d'air théoriquement nécessaire à la combustion complète d'une certaine quantité de carburant. Pour l'essence, ce rapport est en moyenne de 14,7/1, c'est-à-dire 14,7 kg d'air pour 1 kg de carburant.

Relais : Genre de contacteur électrique commandé par un courant de faible intensité et qui contrôle l'ouverture et la fermeture d'un circuit d'intensité plus élevée.

RPM : Sigle anglais qui signifie: tours par minute (tr/mn). Abréviation de «Revolution Per Minute».

Résistance variable : Résistance électrique qui peut prendre plusieurs valeurs. Exemples: potentiomètre, rhéostat et thermistance.

SAW : Sigle anglais qui désigne le signal de déclenchement de l'étincelle envoyé par le micro-ordinateur au module d'allumage. Abréviation de «Spark Angle Word».

SCS : Sigle anglais qui désigne le régulateur de vitesse. Abréviation de «Speed Control System».

Semi-conducteur : Terme général désignant les transistors, les circuits intégrés et d'autres composants électroniques réalisés à partir de matériaux qui, comme le silicium, sont des conducteurs médiocres.

SFI : Sigle anglais normalisé désignant l'injection multipoint séquentielle de carburant. Abréviation de «Sequential multiport Fuel Injection».

Signal d'entrée : Signal électrique envoyé à un circuit, un élément ou un dispositif de commande.

Signal de sortie : Énergie, puissance ou travail produit par un circuit, élément ou dispositif de commande.

Solénoïde : Fil de cuivre enroulé en spirale autour d'un noyau mobile, et qui, parcouru par un courant, crée un champ magnétique comparable à celui d'un aimant et provoque le déplacement du noyau. Les solénoïdes transforment l'énergie électrique en mouvement.

Sonde à oxygène : Sonde qui mesure la teneur en oxygène des gaz d'échappement d'un véhicule et qui envoie cette information sous forme de signal électrique au micro-ordinateur qui l'interprète et qui agit en conséquence sur la richesse du mélange combustible, pour l'amener à la richesse 1 (1 gramme d'essence pour 14,7 grammes d'air). Encore appelée «sonde Lambda» ou «détecteur-sonde Lambda».

Sonde de débit d'air : Appareil servant à mesurer la quantité d'air aspirée. Encore appelée «débitmètre d'air».

Sonde de pression : Organe qui, sous la forme de signaux électriques, transmet à l'unité de commande électronique la pression à mesurer.

Sonde de température : Dispositif qui mesure les températures et les communique à l'unité de commande électronique sous forme de grandeur électrique.

Sortie : Commande lancée par un micro-ordinateur vers des unités de sortie afin de réaliser l'action découlant du traitement de l'information. Encore appelée «extrant».

Spécifications : Mesures du véhicule, habituellement telles que recommandées par le constructeur.

SPOUT : Sigle anglais qui désigne le signal de déclenchement de l'étincelle envoyé par le micro-ordinateur au module d'allumage. Abréviation de «SPark OUT».

Stoéchiométrie : Terme utilisé en science des proportions. Exemple: rapport exact de carburant et d'air requis pour obtenir une combustion complète sans excès de carburant pour l'oxygène restant.

Système d'alimentation en carburant à injection : Système qui fournit la quantité d'essence au moyen de l'équipement d'injection en fonction de la quantité d'air aspirée.

Système d'allumage : Système qui fournit les étincelles haute tension au bon instant aux cylindres pour allumer le mélange carburé comprimé. Comprend la batterie, la bobine d'allumage, l'allumeur, le commutateur d'allumage, le câblage et les bougies.

Système d'allumage électronique : Système d'allumage à semi-conducteurs dont l'allumeur ne possède pas de rupteur. Comporte un dispositif de déclenchement à semi-conducteurs.

Système électronique : Ensembles, circuits et systèmes électriques à dispositifs électroniques tels des transistors et des diodes.

TBI : Sigle anglais normalisé qui désigne l'injection de carburant dans le corps de papillon. Abréviation de «Throttle Body fuel Injection».

TBT sensor : Sigle anglais qui désigne la sonde de température du corps de papillon. Abréviation de «Throttle Body Temperature sensor».

TC : Sigle anglais normalisé qui désigne le turbocompresseur. Abréviation de «TurboCharger».

TCC : Sigle anglais normalisé qui désigne l'embrayage du convertisseur de couple.
Abréviation de «Torque Converter Clutch».

Température ambiante : Température de l'air autour d'un objet.

Tension : Différence de potentiel électrique ou pression qui force la circulation des électrons dans un conducteur.

Tension de référence : Tension stable fournie par un régulateur pour assurer le fonctionnement précis des potentiomètres, des thermistances et des autres sondes.

TFT sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne la sonde de température du liquide de la transmission. Abréviation de «Transmission Fluid Temperature sensor».

Thermistance : Élément dont la résistance diminue avec l'augmentation de la température.

TP sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de position du papillon.
Abréviation de «Throttle Position sensor».

TP switch : Sigle anglais normalisé qui désigne le contacteur de position du papillon.
Abréviation de «Throttle Position switch».

Transistor : Composant électronique à trois bornes, qui peut être utilisé comme amplificateur, détecteur ou commutateur. Dans le circuit de sortie du micro-ordinateur, les transistors sont utilisés comme commutateurs.

TSS sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le capteur de régime de l'arbre de la turbine.
Abréviation de «Turbine Shaft Speed sensor».

TWC : Sigle anglais normalisé qui désigne le convertisseur catalytique trifonctionnel.
Abréviation de «Three-Way Catalytic converter ».

VAF sensor : Sigle anglais normalisé qui désigne le débitmètre d'air volumique. Abréviation de «Volume Air Flow sensor ».

VREF : Sigle anglais qui désigne la tension de référence qui est une tension, généralement de 5 volts, envoyée par le micro-ordinateur à certain (e) s capteurs et sondes dont la résistance variable renvoie une tension différente au micro-ordinateur, qui en déduit la signification et agit en conséquence. Abréviation de «Voltage REference».

VRS : Sigle anglais qui désigne le capteur à reluctance variable. Abréviation de «Variable Reluctance Sensor».

VSS : Sigle anglais qui désigne le capteur de vitesse du véhicule. Abréviation de «Vehicle Speed Sensor».

WOT : Sigle anglais normalisé qui désigne le papillon en position plein gaz. Abréviation de «Wide Open Throttle».

WSS : Sigle anglais qui désigne le capteur de vitesse de roue. Abréviation de «Wheel Speed Sensor».

Zirconium : Matière utilisée pour produire une réaction (ionisante) entre l'air extérieur et les gaz d'échappement dans la sonde à oxygène.

BIBLIOGRAPHIE

- BOIVIN, Gilles, *Lexique anglais-français, français-anglais*, Office de la langue française, Établi à partir de la version revue de septembre 1995 de la norme SAE J1930, Montréal, novembre 1996, 32 p.
- BOSCH, Robert, *Système combiné d'allumage et d'injection d'essence*, Motronic, cahier technique, République Fédérale d'Allemagne, 1ère éd., Janvier 1983, 42 p.
- Conseil Provincial des Comités Paritaires de l'industrie de l'Automobile, *Cours d'injection électronique I*, Conseil Provincial des Comités Paritaires de l'industrie de l'Automobile, Montréal, 3e éd., Septembre 1993, 313 p.
- Conseil Provincial des Comités Paritaires de l'industrie de l'Automobile, *Cours d'injection électronique II, Contrôle des Émissions*, Conseil Provincial des Comités Paritaires de l'industrie de l'Automobile, Montréal, Octobre 1994, 173 p.
- Direction générale de la formation professionnelle, Mécanique automobile (spécialités) Module 8: *Application de principes d'électricité et d'électronique*, Centre d'élaboration des moyens d'enseignement du Québec, Sherbrooke, Mars 1996, 342 p.
- Direction générale de la formation professionnelle, Mécanique automobile (spécialités) Module 16: *Entretien du système d'injection d'essence*, Centre d'élaboration des moyens d'enseignement du Québec, Sherbrooke, Novembre 1993, 280 p.
- General Motors du Canada Limitée, *Origines et caractéristiques 1995 de l'OBD-II*, Centre de formation technique de GM, Canada, 1994, 70 p.
- GRENIER, Jean-Guy, *Dictionnaire anglais-français d'électronique, de matériel informatique et d'électricité*, Les Éditions du Flambeau, Laval, avril 1996, 700 p.
- OTC, *Tools & techniques Workshop: A dynamite training tool!*, Owatonna, 1990, MN, 479 p.

INDEX ALPHABÉTIQUE

Actionneur (s) : 15, 16, 61, 124.
Catégorie d' : 91, 93, 95, 97, 98.
De commande de ralenti : 93.
De type ampoule ou LED : 98.
De type module : 95, 97.
De type moteur : 93.
De type relais : 97.
De type solénoïde : 91.

Affichage multiple : 56.

Alternateur : 130.
Fonctionnement de l' : 131.

Amplitude : 7.
Changement d' : 16, 115.
De la tension : 21.
D'une forme d'onde numérique : 34.
Du signal : 4.
D'un signal analogique : 33.

Analyse : 8, 26, 41.

Anomalies : 98, 102, 121.

Auto-allumage : 95.

Auto-induction : 34.

Avance à l'allumage : 64, 67, 70, 72, 76,
85, 86, 87.

Base de temps : 3, 6, 7, 8, 48, 49.

Bobine d'allumage : 95.

Bobine d'induction : 104.

Bobine exploratrice : 62.

Bruit de circuit : 35, 36.

Calage du moteur : 92.

Canal (aux) : 48, 57.

Capacité de stockage : 111.

Capteur (s) : 4, 61, 64, 115, 119, 120.
À effet Hall : 11, 15, 41, 82, 83, 115,
116.
À reluctance variable : 53, 62, 103,
104.
À thermistance : 68.
Combiné : 83.
De cliquetis : 73.
De détonation : 73, 74, 106.
Défaut du : 14.
De paramètres d'allumage : 78, 79.
De position : 69.
De position d'arbre à cames : 82.
De position du vilebrequin : 64, 82,
102.
De position du papillon : 13, 69, 104,
126.
De pression absolue de la tubulure
d'admission : 55, 69, 72, 84, 114, 116,
117, 128.
De pression atmosphérique : 69, 72.
De recirculation des gaz d'échappement
par rétroaction : 69.
De régime de l'arbre de la turbine : 64.
De régime du moteur : 64, 128.
De type contacteur : 77.
De type à décharge capacitive : 84.
De type à effet hall : 82.
De type à production d'une tension : 73.
De type à tension variable : 69.
De type magnétique : 62.

De type optique : 78.
 De vitesse de roue : 64, 103.
 De vitesse du véhicule : 12, 64, 77, 78, 103, 126.
 Optique de vitesse du véhicule : 78.

Capteur (s)/-interrupteur (s) : 88, 90, 94.
 De point-mort marche 89.
 De position de la pédale de frein : 88.
 De position de la pédale d'embrayage : 89.
 De position engagée de la transmission : 89.
 De position fermée du papillon des gaz : 88.
 Du climatiseur : 89.

Champ magnétique : 34.

Charge : 92, 114, 121.
 Additionnelle : 89.
 Appliquée : 70, 85, 87, 89, 92, 126.
 Du moteur : 55, 72, 76, 86.
 Moteur en : 89.

Chute de tension : 14, 101.

Circuit (s) :
 À la masse : 24.
 Analogique : 12, 13.
 De champ : 130.
 De commande : 91.
 De commande d'injecteur : 17.
 De contrôle de l'alternateur : 130.
 De référence : 85.
 Fermé : 15, 16, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
 Intégré d'un : 101.
 Ouvert : 15, 16, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
 Primaire : 95, 96, 128.
 Numérique : 4.

Coffret à accès sélectif : 103.

Cliquetis : 73.

Climatisation : 70.

Cognements : 73.

Combustion : 73.
 Anormale : 73.
 Chambre de : 73.

Commande :
 De la soupape de décharge du turbocompresseur : 91.
 De la pompe à carburant : 97.
 De l'embrayage du climatiseur : 97.
 De l'embrayage du convertisseur de couple : 97.
 De l'indicateur de changement de rapport : 98.
 De ralenti : 91, 93.
 De ralenti de type linéaire : 93.
 De régulation de l'air de ralenti : 93.
 De relais : 123, 124, 125, 126.
 D'injecteur : 120.
 Du module de calcul de la consommation d'essence : 95.
 Du module de gestion d'allumage : 95.
 Du moto-ventilateur : 95, 97.
 Du régulateur de vitesse : 95.
 Du témoin d'anomalie : 98.
 Du témoin de charge : 98.
 Du témoin de vérification et d'entretien : 98.
 Du servo du régulateur de vitesse : 91.
 Électronique : 91, 92, 93, 94, 95, 97.
 Électronique d'avance à l'allumage : 126, 127.
 Transistorisée : 91, 93.
 Unique et individuelle : 91.

Compresseur : 88, 126.

Du climatiseur : 89

Embrayage du : 89.

Condensateur en céramique : 84.

Conditionneur de signal : 84.

Connexion (s) : 74, 75, 91, 104.

Mauvaise : 14, 35.

Constructeur (s) : 75, 91, 96, 117, 127.

Contacteur (s) : 61.

De sécurité : 71.

Contrôle électronique : 78, 87, 88.

De l'avance à l'allumage : 95, 96.

Convertisseur :

Analogique/numérique : 15, 63.

De couple : 70, 78, 88.

Catalytique : 111, 112, 113.

Rendement du : 111.

Correction du mélange : 76, 85, 110.

Coupure : 104, 128.

Courant débité : 130.

Court-circuit : 104, 128.

Crête :

À crête : 33.

De tension inductive : 34, 35, 40, 118, 120, 121.

Maximum : 34.

Négative : 12, 13.

Positive : 12, 13.

Cristal piezo-électrique : 73.

Curseur (s) : 54.

De mesure : 40, 41, 42.

Cycle : 31, 32, 33, 39, 42.

Marche/arrêt : 39, 43.

Temps du : 43.

Débit :

D'air : 95.

De l'essence : 91.

Débitmètre (s) d'air : 87.

De type à élément chauffé : 76, 85.

Massique : 76, 77, 85, 86, 114, 117, 128.

Volumique : 69, 70, 71, 128.

Déclenchement : 52.

De l'étincelle : 127, 128.

Fonction de : 49.

Niveau de : 50.

Pente de : 50.

Temps de : 50.

Déclencheur : 48, 49, 51, 52.

En forme de croix : 51.

Niveau du : 52.

Position horizontale du : 50.

Position verticale du : 50.

Défauts :

D'éventuels : 57.

Défectuosité : 70, 104, 128.

Du composant : 35.

Démarrage du moteur : 64.

Départ à froid : 124.

Déviatiion :

Horizontale : 47.
Verticale : 47.

Diagnostic : 11, 21.

Évaluation du : 128.
Tableau de : 121.

Diode :

De bouclage : 123.
Électroluminescente : 78, 79, 80, 81,
87, 88, 98.
Ondulation des : 130.

Dispositif (s) : 61, 88.

D'auto-nettoyage : 77, 86.
De purge de l'absorbeur de vapeurs de
carburant : 64, 67, 70, 79, 82.
De recirculation des gaz
d'échappement : 64, 65, 67, 70, 78, 79,
82.

Distorsion de créneau : 16, 17, 115.**Échantillonnage :** 4.**Écran :** 6, 8, 101, 102, 103, 106.

D'affichage : 47, 48.

Électro-aimant : 91, 92.**Électrode :**

Négative : 74, 75.
Positive : 74, 75.

Électrovalve : 93.

D'air additionnel : 91, 92, 93, 123, 124.
De purge de l'absorbeur de vapeurs de
carburant : 91.
De recirculation des gaz
d'échappement : 91.

Élément :

Actif : 75.
Chauffant : 68, 75.
Chauffé : 76, 85.
De cristal piezo-électrique : 73.
Hall : 84.
Sensible : 66, 68.

Énergie électrique : 85.**Enroulement (s) :** 11, 21.

Du relais : 97.
Du solénoïde : 91, 93.
Du stator : 94.
Électromagnétique : 91.
Inducteur (s) : 93, 125.

Entrefer : 104.**Enrichissement du mélange :**

Air-essence : 67.

Essai routier : 5, 57, 103.**État (s) :**

De fonctionnement : 61.
De gestion de l'alimentation en
carburant : 95.
De marche/arrêt : 88.
De position : 61.
De régime : 61.
De vitesse : 61.

Explosion : 73.**Extrants :** 61, 92, 124.**Fiche de référence :** 5.**Fil de titane :** 76, 77, 85, 86.

Film : 85.

Fil-sonde : 49.

Flanc arrière : 29, 30, 128.

Fonction (s) : 51, 52.

Affichage multiple : 56.

Configuration automatique : 48, 49, 51.

Courseurs de mesure : 40, 41, 42, 53, 119, 120.

De base : 47.

Déclencheur : 49, 51.

De déclenchement : 49.

Enregistrement et reproduction : 57.

Forme (s) d'onde : 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 26, 27, 29, 31, 35, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 102, 116, 126, 128, 130.

À front raide : 16.

Amplitude d'une : 34.

Analogiques : 11, 12, 14.

Carrée (s) : 11, 15, 16, 33, 42, 82.

Configuration des : 16.

Durée d'une : 4.

Interprétation des : 12.

Numériques : 11, 12, 34.

Particulière : 123.

Réaffichage d'une : 49.

Répétitive : 32, 42.

Sinusoidale (s) : 11, 42.

Synchronisation des : 51.

Trace de la : 54.

Une bonne : 12.

Une mauvaise : 12.

Fréquence (s) : 4, 42, 53, 87, 101, 117, 121.

Calculs de la : 121.

Changement de : 117.

De répétition des impulsions : 39, 42.

Des impulsions : 121.

Du signal : 15, 84.

Mesure de la : 42.

Valeur de la : 42.

Front :

Ascendant : 27, 28, 29, 30.

Avant : 29, 31, 33, 128.

Descendant : 27, 28, 29, 30.

Gain : 3, 6.

Gamme : 101.

De tension : 3, 6, 48, 49.

Réglage de la : 7, 8.

Générateur (s) : 49.

À aimant permanent : 62.

De tourbillons : 86.

D'impulsions : 62.

Magnétique : 12.

Graticule : 6.

Image : 119, 120.

Par image : 57.

Implusion (s) : 6.

À fronts ascendant : 23.

À fronts descendant : 23.

Des signaux électriques numériques : 39.

Durée d' : 16, 101.

Durée de l' : 29, 30, 31, 43, 44.

Durée d'une : 15, 30, 31, 43, 54.

Électrique : 77, 85.

Fréquence des : 121.

Largeur d' : 93, 118, 119, 120, 121.

Marche/arrêt : 23.

Nombre d' : 94.

Période de l' : 43, 44, 93.

Période marche/arrêt de l' : 39, 40.

Répétition des : 39, 42.

Rythme d' : 42.
 Série d' : 23.
 Signal d' : 80, 87.
 Temps de décroissance d'une : 30.
 Temps de montée d'une : 29.

Induction :

Électromagnétique : 34, 123.

Injecteur (s) : 24, 30, 31, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 54, 64, 67, 70, 72, 76, 79, 82, 85, 86, 91, 92, 93.

À basse pression : 91.

À deux intensités : 119.

À haute pression : 91.

Anomalie de l' : 121.

À une seule intensité : 118.

Commande d' : 120.

Électromécaniques : 91.

Impulsions des : 121.

Oscillogramme de l' (d'un) : 119, 120, 121.

Injection : 58, 127.

De carburant : 91, 92.

D'essence : 64, 78, 79, 82, 88.

Durée d' : 121.

Intensité : 58, 127.

Une seule : 118.

Deux : 119.

Interférence (s) : 35.

De fréquences radio : 35.

Électromagnétiques : 35.

Interrupteur :

Magnétique : 78.

Intrants : 61, 70, 124, 126, 128.

Signaux des : 123.

Langage :

Binaire : 15.

Manocontact :

De direction assistée : 89.

Manuel de service : 17.**Masse :** 58, 127.

Mauvaise : 14, 116.

Mise à la : 101.

Mélange : 68.

Air-essence : 67, 72, 110.

Gazeux : 91.

Mesure du : 68.

Pauvre : 74.

Pauvre à riche : 110.

Riche : 74.

Riche à pauvre : 110.

Mémoire : 57.**Micro-ordinateur (s) :** 15, 16, 24, 35, 61,

64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74,

75, 76, 77, 78, 79, 82, 84, 85, 86, 87,

88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97,

101, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 121,

123, 124, 125, 127, 128, 130.

Message : 58, 127.

D'appauvrissement : 74.

D'enrichissement : 74.

Mesure : 58, 127.

De la différence de temps : 54.

De la différence de voltage : 53.

De la fréquence : 55.

Du mélange air-essence : 68.

Mode : 58, 127.

- De commande : 24, 25, 26.
- De dénoyage : 70.
- De dépannage : 124.
- De fonctionnement en boucle fermée : 75.

Modulateur : 86.**Module :** 58, 127.

- D'allumage : 64, 96, 127, 128.
- De calcul de la consommation en carburant : 95.
- De commande du moto-ventilateur : 95.
- De gestion de l'allumage : 95.
- Du régulateur de vitesse : 95.
- Électronique : 76.

Moteur : 58, 127.

- À vis sans fin : 94.
- De type pas à pas : 95.
- De type linéaire : 95.
- Linéaire : 93, 94.
- Pas à pas : 93, 125, 126.
- Réversible : 94.

Onde (s) : 22.

- Carrée (s) : 11, 15, 16, 17, 31, 32, 42, 44, 77, 116, 117, 125, 126, 127, 128.
- En dents de scie : 22.
- Négative : 31, 33.
- Positive : 31.
- Répétition de l' : 119, 120.
- Sinusoidale : 11, 12, 13, 22, 31, 32, 42.
- Ultrasoniques : 86.

Ordinateur :

- Personnel : 5.

Oscillateur : 85, 86.**Oscillogramme (s) :** 3, 5, 11, 17, 21, 23, 24,

- 34, 40, 41, 42, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 126, 127, 128, 130, 131.
- Caractéristiques de l' : 121.
- De l'injecteur : 119.
- De référence : 5.
- Exemples d' : 23.

Paramètre (s) : 39, 48, 65.

- De fonctionnement : 61.

Passage :

- D'air : 93, 94.
- Des vitesses : 67.

Période : 32, 33, 43, 118.

- De l'impulsion : 43, 44.
- Marche/arrêt de l'impulsion : 39, 40.
- Valeur de la : 40.

Photocoupleur : 87.**Photodiode :** 78, 79, 80, 81, 87, 88.**Point d'allumage :** 64, 73, 79, 82,

- 88, 89, 115, 116, 127, 128.

Polarité : 12.

- Changement de : 31.
- D'un circuit : 101.

Pompe à carburant : 71.**Potentiomètre :** 13, 69.**Pression atmosphérique :** 72, 76, 85, 121.

Rapport :

Air/essence : 67, 74.
 De dosage : 74.
 Stoechiométrique : 74, 109.

Rapport cyclique : 16, 21, 23, 39, 43, 93,

101, 124, 130.
 Formule : 44.
 Mesure du : 43.
 Type : 123.

Référence :

Fiche de : 5.
 Marqueurs de : 53.
 Signal de : 56.

Régime :

De ralenti : 64, 67, 70, 78, 79, 82, 88,
 89, 92, 93, 94, 126.
 Du moteur : 36, 82, 114, 117, 124.

Réglage :

De l'allumage : 128.
 Électronique de l'allumage : 127.

Régulateur :

De vitesse : 65, 78, 88, 95.
 De voltage : 52.
 Rotatif de ralenti : 93, 95.

Relais : 68, 97.

Du moto-ventilateur : 64, 67, 78.

Relucteur : 62, 104.**Résistance :** 68.

Électrique : 66, 91.
 Excessive : 41, 116.
 Parasite : 101, 128.

Rythme :

D'impulsion : 42.

Semi-conducteur : 68.**Signal (aux) :** 4.

Allongé : 7, 8.
 Amplificateur de : 72.
 Amplitude des : 101.
 Analogique : 4, 11, 17, 21, 22, 23, 33,
 62, 102, 103, 114, 128.
 Compressé : 7, 8.
 Conditionneur de : 84.
 De commande : 128.
 De contrôle : 130.
 De déclenchement de l'étincelle : 127.
 De fréquence : 87, 117.
 De la commande électronique d'avance
 à l'allumage : 127.
 De la pression atmosphérique : 72.
 D'entrée : 48, 49, 56, 61, 126.
 De position du capteur de recirculation
 des gaz d'échappement par rétroaction :
 70.
 De position du papillon : 70.
 De position du vilebrequin : 64.
 De position du volet-sonde du
 débitmètre d'air volumique : 70.
 De pression absolue de la tubulure
 d'admission : 72, 85.
 De référence : 51, 56, 128.
 De sortie : 16, 56, 61.
 De température d'air d'admission : 67.
 De température de la batterie : 67.
 De température du carburant : 67.
 De température du corps de papillon :
 67.
 De température du liquide de
 refroidissement : 67.
 De tension : 66, 72, 73, 78, 111, 112,
 113, 114, 115, 128.
 De vitesse : 78.
 De vitesse de roue : 65.
 De vitesse du véhicule : 64.
 D'injecteur : 56.

Du point d'allumage : 56.
 Du régime du moteur : 64.
 Électrique (s) : 11, 21, 22, 23, 24, 25,
 26, 39, 42, 51, 61, 62, 65, 69, 77, 86,
 101.
 Erroné : 104.
 Faux : 35.
 Numérique (s) : 4, 11, 15, 21, 23, 55,
 62, 80.
 Temps du : 43.
 Tracé du : 101.
 Type (s) de : 21, 22, 23, 62.

Solénoïde :

Bobinage du : 123.
 De dérivation : 92, 123.
 De l'injecteur : 34, 118, 120, 121.
 Du convertisseur de couple : 64.

Sonde (s) : 4, 61, 65, 66, 119, 120.

À oxygène : 107, 109, 110.
 À oxygène à base de titane : 65, 68.
 À oxygène à base de zirconium : 68,
 74, 75, 107.
 À oxygène de post-catalyseur : 111,
 112.
 À oxygène de pré-catalyseur : 111, 112.
 De température d'air d'admission : 65,
 70, 85.
 De température de l'air ambiant : 65.
 De température de la batterie : 65.
 De température des gaz d'échappement
 de recirculation : 65.
 De température du carburant : 65.
 De température du corps de
 papillon : 65.
 De température du liquide de la
 transmission : 65.
 De température du liquide de
 refroidissement : 65, 126, 128.
 De type à production d'une tension
 variable : 74.

De type à résistance variable : 65.

Sortie :

Des codes d'anomalie : 98.

Spécifications : 104, 116, 117, 121.

Stratégie :

De démarrage : 67

Synchronisation :

D'événements : 101.

Système :

D'alimentation : 109.
 D'allumage : 128.
 De charge : 68, 130, 131.
 De climatisation : 124, 126.
 De diagnostic embarqué : 111.
 De freins antiblocage : 65.
 De refroidissement : 89.
 De rétroaction : 75.
 D'injection : 67, 111, 118, 119, 121.
 D'injection multipoint séquentielle : 91.
 Électronique : 88.
 Type de : 34.
 Voltage du : 53, 131.

Technicien : 11, 104.

Technologie :

OBD-II : 111.

Témoin : 98.

Temps :

De descente : 102.
 De montée : 102.
 De transition : 110.
 En fonction : 21, 30, 33.

Teneur :

En oxygène : 65, 68.

Tension : 22.

Alternative : 62, 73.

Appliquée : 27, 28.

Chute de : 14, 68, 101.

Contrôlée : 27, 28, 29.

Croissante : 14, 50.

D'alimentation : 65.

Décroissante : 14, 50.

De référence : 68, 69, 80, 90.

Diminuant régulièrement : 14, 22.

Du signal : 68.

Écart de : 41, 101.

Électrique : 75.

Inductive : 34, 35, 40.

Ligne de : 23.

Mesure de la : 40, 41.

Nulle : 90.

Pointes de : 52, 106.

S'accroissant régulièrement : 14, 22.

Valeur de la : 3, 39, 40, 41, 50, 51, 52, 53, 69, 101, 116, 119, 120.

Variable : 69.

Variation de : 74.

Vérification de la : 27, 28.

Test : 104, 107.

Thermistance : 66.

Tourbillons de Karman : 86, 87.

Phénomène de : 86.

Trace : 14, 104, 114, 128.

Transistor : 116.

Transition : 29, 30, 82.

Durée de : 110.

Évidente du signal : 116.

Turbocompresseur : 67, 74, 91.

Type (s) :

D'injecteurs : 91.

D'injection séquentielle : 83.

D'injection simultanée : 83.

Unités :

Du tableau de bord : 65, 78, 79, 82.

Usure : 77.

Valeur (s) :

De pression : 61.

De quantité : 61.

De température : 61.

De tension unique : 85.

Du réglage du point d'allumage : 128.

Vibrations : 73, 87.

Vis de butée :

Du papillon : 124.

Vitesse d'exécution :

Du moteur pas à pas : 126.

Voltage :

Alternatif : 12.

Limite de : 131.

FEUILLE DE RÉTROACTION

Dans le but d'améliorer ce manuel, nous aimerions que vous nous fassiez vos commentaires.

D'une part, pour les cas de fautes d'orthographe, de frappe, de ponctuation ou tout autre cas d'erreur de cet ordre, faites-nous parvenir une photocopie de la page où vous aurez corrigé l'erreur.

D'autre part, nous apprécierions également vos commentaires quant à la nature et à la présentation du texte.

Le contenu était-il complet ou, au contraire, manquait-il des éléments?

Les explications étaient-elles claires?

Avez-vous aimé la présentation du texte?

Enfin, donnez-nous votre appréciation générale ainsi que tout autre commentaire ou suggestion qui pourrait contribuer à son amélioration en indiquant clairement la nature du problème détecté et les aspects que vous modifieriez.

Guide d'utilisation
de l'oscilloscope numérique
comme outil de diagnostic
destiné
à la technologie automobile
Montréal, 2000, 186 pages

DANS LA MÊME COLLECTION (suite)

- *La technologie des systèmes d'injection d'essence à commande électronique appliqués à la motorisation diésel*
- *Comprendre l'électricité, le magnétisme, l'électromagnétisme, l'induction, l'électronique et l'alimentation en courant pour le diagnostic automobile*
- *Les commandes et les contrôles des systèmes de recyclage des vapeurs de carburant: description, fonctionnement et diagnostic*
- *Les systèmes ordonnés embarqués dans les véhicules automobiles: description, fonctionnement, autodiagnostic et service*



L'auteur, Christian Haentjens, est détenteur d'un baccalauréat spécialisé en éducation professionnelle ainsi que d'une maîtrise en éducation. Il a élaboré, en autres, des programmes de formation professionnelle, en réponse aux besoins de l'industrie automobile dans le domaine des systèmes de commandes électroniques.

Il met à profit, dans «*Guide d'utilisation de l'oscilloscope numérique comme outil de diagnostic destiné à la technologie automobile*», son expérience d'une vingtaine d'années dans l'industrie automobile et de plus de dix-huit ans dans l'enseignement professionnel.

DANS LA MÊME COLLECTION

- *Méthode de diagnostic et de réparation des circuits électriques et électroniques appliquée à l'automobile*
- *La technologie OBD-II: Un système de diagnostic de bord évolué et normalisé à l'industrie de l'automobile*
- *Déterminer l'état de fonctionnement d'un moteur à partir de l'analyse des émissions comme moyen de diagnostic*
- *Organigrammes de diagnostic universels reliés aux codes d'anomalie de la société des ingénieurs de l'automobile*
- *Les symptômes à l'usage du diagnostic pour déterminer les causes de mauvais fonctionnement des systèmes d'injection électronique*
- *L'évolution du système antiblocage des freins au service du contrôle de la motricité et de la stabilité du véhicule*
- *Commande électronique des boîtes de vitesses automatiques d'automobiles: description, fonctionnement et diagnostic*
- *Les commandes électroniques des systèmes de climatisation automobile: description, fonctionnement et diagnostic*
- *Le système de retenue supplémentaire de protection des véhicules automobiles: description, fonctionnement et diagnostic*

La solution à vos problèmes
de diagnostic!

ÉDITE  **AUTO**®
Les manuels
de référence techniques

LES ÉDITIONS TECHNIQUES DE L'AUTOMOBILE

CHRISTIAN HAENTJENS, *Auteur et Éditeur*
Spécialiste en Technologie de l'Automobile
4440, avenue Montclair, Montréal, Québec, H4B 2J6
Téléphone: (514) 483-4755
Télécopieur: (514) 483-4755
Courriel: c_haentjens@sympatico.ca
Internet: <http://www.editechauto.tk>

ISBN 2-922331-18-0