



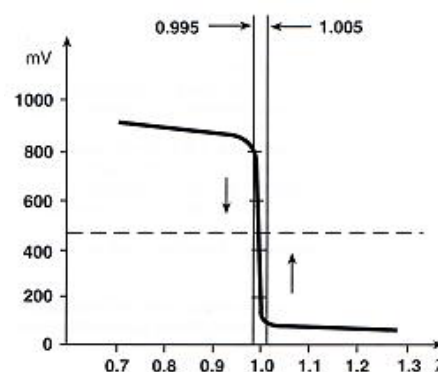
Sonde lambda

Rôle

Des normes de plus en plus sévères sont prescrites pour les gaz d'échappement, contraignant l'industrie automobile à réduire les rejets de gaz émis par les véhicules. C'est pour cette raison que des pots d'échappement catalytiques à 3 voies sont montés sur la quasi-totalité des voitures. Pour obtenir un taux de conversion correct du catalyseur, le mélange air-essence doit être continuellement surveillé et adapté. La sonde lambda et le calculateur de gestion moteur assurent cette tâche.

Fonctionnement

Pour obtenir une combustion optimale complète, le mélange air-carburant doit être environ de 1 : 14,5. Ce rapport stœchiométrique est également désigné λ (lambda) = 1. Pour garantir en permanence un rapport optimal, la sonde lambda mesure la teneur en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement et, par le biais d'une variation de tension, informe le calculateur de gestion moteur d'un mélange riche ou pauvre en fonction de l'oxygène restant. Le calculateur régule alors la composition optimale du mélange à l'aide de ces données. Ce système est désigné sous le nom de boucle d'asservissement fermée.



La mesure de la teneur en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement est effectuée par l'intermédiaire de deux sortes de sondes lambda :

1. Les sondes au dioxyde de zirconium
2. Les sondes au dioxyde de titane

Elles se distinguent par le fait que la sonde au dioxyde de zirconium produit une tension alors que celle au dioxyde de titane doit être alimentée par un courant.

1. Sonde au dioxyde de zirconium

Entouré par un tube de protection, le côté extérieur de l'élément au dioxyde de zirconium est en contact direct avec les gaz d'échappement. Le côté intérieur est en contact avec



l'air ambiant. Les deux côtés de l'élément sont recouverts d'une couche de platine agissant comme une électrode. Les ions d'oxygène passent à travers cette couche de platine et provoquent un courant. A partir d'une température de 300° C / 350° C, l'élément au dioxyde de zirconium devient conducteur d'ions d'oxygène. Si la teneur en oxygène est différente des deux côtés, il en résulte une tension électrique aux bornes de l'électrode qui sert de grandeur de mesure pour le calculateur de gestion moteur.



Sonde au zirconium

Forte tension = mélange riche ($\lambda < 1$)
Basse tension = mélange pauvre ($\lambda > 1$)

2. Sonde au dioxyde de titane

Elle ne produit aucun courant mais fonctionne comme une résistance variable. Pour une teneur en oxygène résiduel variable, la résistance de l'élément au dioxyde de titane se modifie également. Si on met l'élément sous tension, le courant de sortie montre une concentration correspondante d'oxygène dans les gaz d'échappement. La sonde au dioxyde de titane, contrairement à celle au dioxyde de zirconium, n'a pas besoin d'air de référence ; ses dimensions sont donc plus petites.



Sonde au dioxyde de titane

Les deux sortes de sondes lambda sont équipées d'un élément chauffant afin d'atteindre rapidement leur température optimale de fonctionnement.

Les informations fournies par la sonde lambda ne sont pas pris en compte lors du démarrage à froid, et lorsque le moteur a atteint sa température et tourne à pleine charge.

Effets du dysfonctionnement

La défaillance de la sonde lambda peut entraîner l'apparition des phénomènes suivants :

- Consommation élevée de carburant
- Mauvais rendement du moteur
- Emission de gaz d'échappement plus polluants
- Le témoin d'anomalie de gestion moteur s'allume et l'enregistrement d'un code de défaut dans le calculateur de gestion moteur



La défaillance peut avoir différentes causes :

- Court-circuits internes et externes
- Absence de masse / de courant
- Surchauffe
- Dépôts / encrassement
- Dommages mécaniques
- Utilisation d'un carburant au plomb / d'additifs au plomb

Diagnostique

La détection des causes de défaillance doit prendre en compte les points suivants :

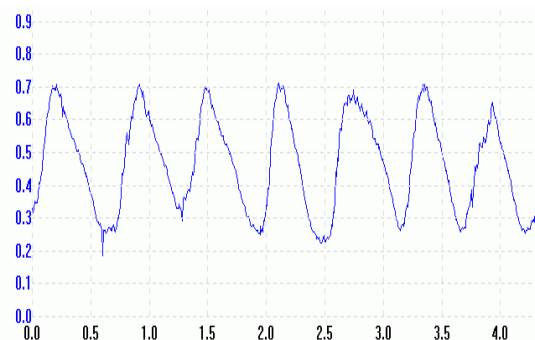
1. Contrôle visuel pour s'assurer que les connecteurs, les contacts de connecteurs et les câbles ne sont pas endommagés et sont bien en place
2. Lecture de l'enregistrement des codes de défaut
3. Vérification à l'oscilloscope :
 - A cet effet, brancher les câbles de l'oscilloscope à la sonde lambda. Veiller à respecter les couleurs des câbles – suivre en principe les indications données par le fabricant :
 - Noir = câble du signal
 - Gris = fil de masse du signal
 - Blanc = câbles de l'élément chauffant

Réglage de l'axe X et de l'axe Y pour la sonde au dioxyde de zirconium

- Axe X (temps) : 500 ms/division

- Axe Y (tension) : 0,1 V/division

- Amener le moteur à sa température de fonctionnement et le laisser tourner à 2000 t/min. On doit voir s'afficher sur l'oscilloscope un signal dont la tension minimale sera d'environ 0,1 V et la tension maximale d'environ 0,9 V. Le temps de réaction (augmentation de mélange pauvre 0,1 V à riche 0,9 V) devrait être de 300 millisecondes environ.

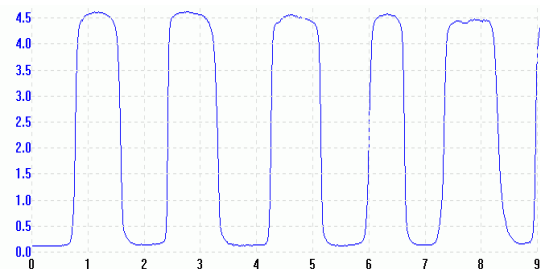


Sonde au zirconium



Réglage de l'axe X et de l'axe Y pour la sonde au dioxyde de titane

- Axe X (temps) : 1 s/division
- Axe Y (tension) : 0,5 V/division
- Amener le moteur à sa température de fonctionnement et le laisser tourner à 2000 t/min. On doit voir s'afficher sur l'oscilloscope un signal dont la tension minimale sera d'environ 0,2 V et la tension maximale d'environ 4,5 V.



Sonde au dioxyde de titane

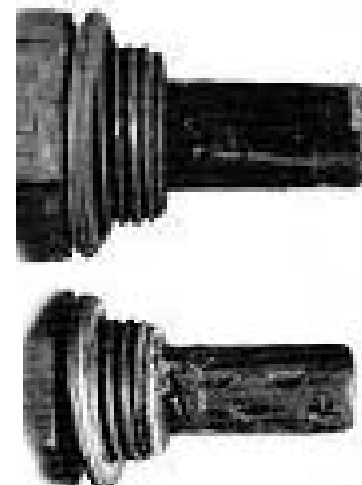
Analyse des images du signal

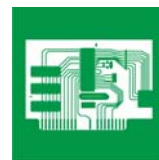
La tension du signal des sondes doit toujours se situer dans une plage variant de 0,1 V à 0,9 V et respectivement de 0,2 V à 4,5 V. Si la tension du signal se situe au delà de ces valeurs, c'est que la sonde est défectueuse. S'agissant de la sonde au dioxyde de titane, il est nécessaire dans ce cas de vérifier la tension d'alimentation de l'appareil de commande (valeurs de contrôle selon les indications du fabricant) avant de remplacer la sonde. Il faut également prendre en compte la durée de la période (fréquence alternative entre mélange riche et pauvre) et le temps d'excitation (réaction à une modification du mélange). Si la fréquence ou le temps d'excitation est trop lent(e), il n'est plus possible d'avoir un réglage optimum.

En sus du contrôle électronique et du contrôle visuel des connecteurs et des câbles, l'état du tube de protection de l'élément de la sonde peut également donner des éclaircissements sur les capacités de fonctionnement.

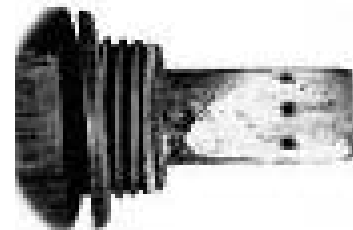
Tube très encrassé : le moteur tourne avec un mélange riche. Il faut changer la sonde et éliminer la cause à l'origine du mélange trop riche pour éviter un nouvel encrassement de la sonde.

Dépôts brillants sur le tube de protection : utilisation d'un carburant contenant du plomb. Le plomb détruit l'élément de la sonde. La sonde doit être changée et le catalyseur vérifié. Le carburant contenant du plomb doit être remplacé par du carburant sans plomb.





Dépôts clairs (blancs ou gris) sur le tube : le moteur consomme de l'huile, des additifs supplémentaires mis dans le carburant. La sonde doit être remplacée et la cause de cette consommation d'huile éliminée.



Montage non conforme : un montage non conforme peut endommager la sonde lambda et ne plus lui permettre de remplir correctement ses fonctions. C'est pourquoi, il faut utiliser pour le montage l'outil spécialement prévu et tenir compte du couple de serrage.

