

L'électronique véhicule

Simplifiée ! Part 2

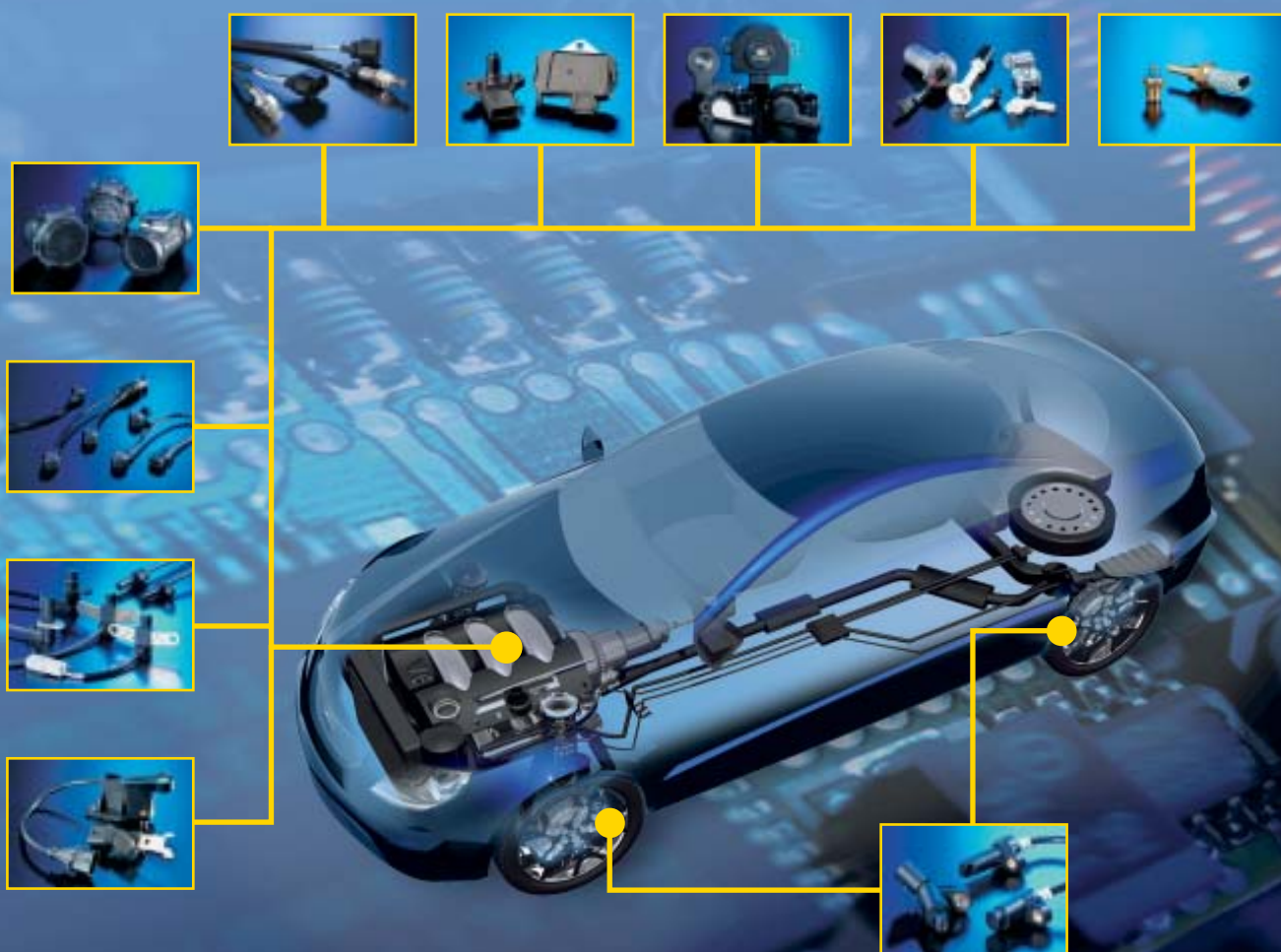


L'électronique – votre avenir ?

La part de l'électronique dans le véhicule ne cesse de croître – en 2010, elle s'élèvera à environ 30% de la valeur intrinsèque totale d'un véhicule.

Une chance énorme certes, mais qui rend également difficile l'adaptation de la technologie toujours plus complexe aux innovations techniques. Hella souhaite vous apporter son assistance dans ce domaine. Nos experts en électronique ont donc effectué une sélection d'informations essentielles en matière d'électronique véhicule.

Nous espérons que cette brochure vous fournira des renseignements intéressants et utiles pour votre travail au quotidien. Pour toute autre information technique, merci de bien vouloir vous adresser à votre Hella Partner sur place.



Généralités	2
Sommaire	3
Le système de recyclage des gaz d'échappement (EGR)	4
La régulation électronique diesel - RED	12
Le système d'air secondaire	24
Le contrôle dynamique de stabilité (ESP)	28
Notes	38

Une législation de plus en plus sévère fait de la réduction des émissions de gaz d'échappement une obligation permanente. Ceci vaut aussi bien pour les moteurs diesel que pour les moteurs essence. Le système EGR permet de réduire l'émission d'oxydes d'azote. Sur les moteurs essence, la consommation de carburant est également réduite en charge partielle.

Quelle est l'influence du système EGR sur la combustion ?

A des températures de combustion élevées, des oxydes d'azote se forment dans la chambre de combustion du moteur. Le recyclage d'une partie des gaz d'échappement et leur adjonction à l'air frais d'admission permet de réduire la température de combustion dans la chambre de combustion. Cette baisse de la température de combustion permet d'éviter la formation d'oxydes d'azote.

Les taux de recyclage des gaz d'échappement pour les moteurs diesel et essence sont indiqués dans le tableau suivant.

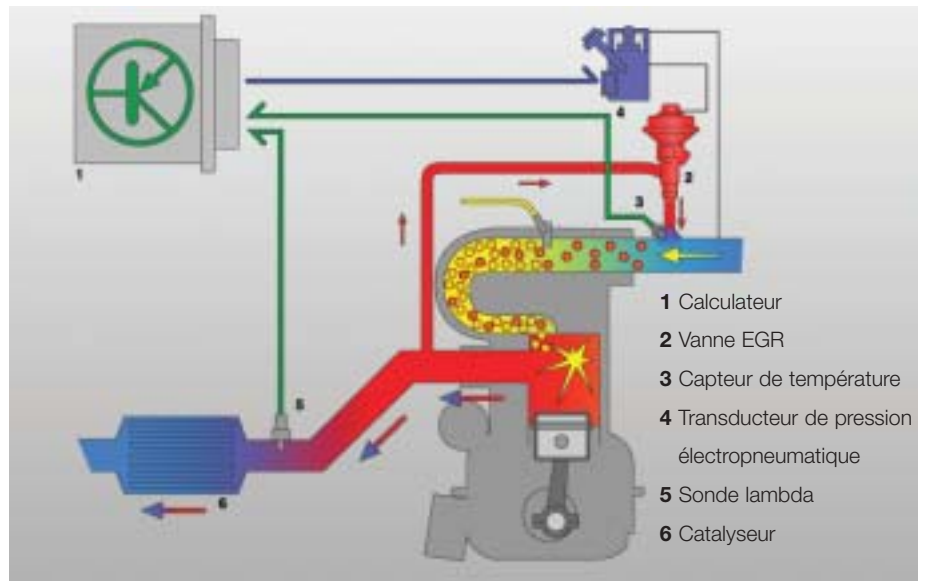
	Diesel	Essence	Essence (à injection directe)
Taux EGR (maxi)	50 %	20 %	Jusqu'à 50 % (selon le fonctionnement du moteur, charge homogène ou stratifiée)
Température des gaz d'échappement quand le système EGR est actif	450 °C	650 °C	450 °C à 650 °C
Pourquoi utiliser un système EGR ?	Réduction des oxydes d'azote et du bruit	Réduction des oxydes d'azote et de la consommation	Réduction des oxydes d'azote et de la consommation

Comment les gaz d'échappement sont-ils recyclés ?

On distingue deux types de recyclage des gaz d'échappement : l'EGR "interne" et l'EGR "externe".

Avec l'**EGR interne**, gaz d'échappement et mélange frais sont mélangés dans la chambre de combustion. Tous les moteurs à quatre temps fonctionnent ainsi grâce au croisement des soupapes d'admission et d'échappement. Pour des raisons de conception, le taux de recyclage des gaz d'échappement est très faible et ne peut être influencé que dans une certaine limite. Ce n'est que depuis le développement de la commande variable des soupapes qu'il est possible d'influencer activement le taux de recyclage suivant la charge et le régime du moteur.

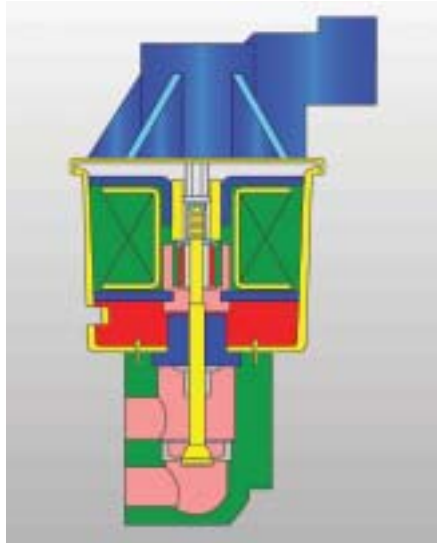
Le système EGR



Le **recyclage externe des gaz d'échappement** utilise une conduite supplémentaire entre le collecteur / la tubulure d'échappement et le collecteur d'admission ainsi que la vanne EGR. Les premiers systèmes étaient commandés par une soupape en champignon ouverte ou fermée par l'intermédiaire d'une capsule à dépression (entraînement pneumatique). La pression dans la tubulure d'admission servait de variable de commande de la capsule à dépression. Ainsi, la position de la soupape en champignon dépendait de l'état de fonctionnement du moteur. Ensuite, des clapets anti-retour et des limiteurs de pression pneumatiques ainsi que des valves retardatrices ont été installés pour mieux influencer le taux d'EGR. Certains systèmes prennent également en compte la pression d'échappement pour commander la capsule à dépression. Dans certains états de fonctionnement, le système EGR est complètement désactivé. Des vannes d'inversion électriques montées dans la conduite de commande permettent cette désactivation. Même s'il est ainsi possible d'influencer le système, celui-ci dépend toujours de l'état de charge du moteur et de la dépression dans la tubulure d'admission pour commander la capsule à dépression.

Afin de satisfaire aux exigences des moteurs modernes et éviter la dépendance à la dépression dans la tubulure d'admission, des entraînements électriques ont été développés pour les vannes EGR. Des capteurs ont également été ajoutés, permettant de détecter la position de la vanne.

La vanne EGR électrique



Ces évolutions permettent un réglage précis et rapide. Outre les moteurs pas à pas et les aimants de levage et rotatifs, des moteurs à courant continu sont également utilisés aujourd'hui pour assurer l'entraînement électrique. La vanne de réglage elle-même a aussi fait l'objet de modifications au fil du temps. En plus des soupapes à pointeau et des soupapes en champignon de différentes tailles, des tiroirs rotatifs et des clapets sont également utilisés aujourd'hui.

Les composants d'un système EGR



Vanne EGR montée

La vanne EGR

La vanne EGR est l'élément principal du système. Elle assure la liaison entre les tubulures d'échappement et d'admission. Suivant le signal reçu, la vanne s'ouvre et laisse entrer le gaz d'échappement dans le collecteur d'admission. Il existe plusieurs types de vannes EGR : à une ou deux membranes, avec ou sans retour d'information sur la position, avec ou sans capteur de température et bien sûr à commande électrique. Le retour d'information sur la position signifie qu'un potentiomètre est monté sur la vanne EGR. Ce potentiomètre envoie au calculateur des signaux indiquant la position de la vanne. Ceci permet de connaître la quantité précise de gaz d'échappement recyclé dans chaque état de charge. Un capteur de température peut éventuellement être ajouté pour l'autodiagnostic de la vanne EGR.



Transducteur de pression

Le transducteur de pression

Le rôle des transducteurs de pression consiste à gérer la dépression nécessaire à la vanne EGR. Ils adaptent la dépression à chaque état de charge du moteur afin de maintenir un taux de recyclage défini. Leur commande peut être mécanique ou électrique.

Les thermovannes

Le rôle des thermovannes est identique à celui des transducteurs de pression. Elles travaillent toutefois en fonction de la température. Il est possible de combiner transducteurs de pression et thermovannes.

Défauts et causes

Exposée à des contraintes importantes, la vanne EGR représente certainement la principale source de défauts. Les vapeurs d'huile et les particules de suie issues des gaz d'échappement encrassent la vanne dont la section d'ouverture diminue petit à petit jusqu'à son obturation complète. Par conséquent, la quantité de gaz d'échappement recyclée diminue constamment et la composition des gaz d'échappement s'en trouve modifiée. Cette réaction est amplifiée par les températures élevées. Le circuit de dépression se trouve également souvent à l'origine des défauts. Le manque d'étanchéité entraîne une perte de la dépression nécessaire pour commander la vanne EGR et la vanne ne s'ouvre plus. Le dysfonctionnement de la vanne EGR, dû à une dépression insuffisante, peut également provenir d'un transducteur de pression ou d'une thermovanne défectueux.

Il existe différents moyens de **contrôle du système EGR** en fonction de la possibilité d'autodiagnostic du système. Les systèmes sans autodiagnostic peuvent être contrôlés au moyen d'un multimètre, d'une pompe à dépression manuelle et d'un thermomètre numérique. Mais avant de se lancer dans des essais complexes, il convient de procéder à un contrôle visuel des principaux composants du système. Cela signifie :

- Toutes les conduites de dépression sont-elles étanches, correctement raccordées et exemptes de plis ?
- Toutes les connexions électriques sont-elles correctement raccordées au transducteur de pression et au commutateur ? Les câbles sont-ils conformes ?
- La vanne EGR et les conduites sont-elles parfaitement étanches ?

Si aucun défaut n'est constaté lors du contrôle visuel, le système doit être soumis à d'autres essais et mesures.

Le contrôle des vannes EGR commandées par dépression sur les moteurs à essence :

Procéder comme suit pour l'essai des vannes EGR commandées par dépression :

Vannes à une seule membrane

Moteur coupé, débrancher la conduite de dépression et connecter la pompe à dépression manuelle. Créer une dépression de 300 mbars environ. Si la vanne est conforme, la pression doit être maintenue pendant 5 minutes. Répéter l'essai, moteur chaud et tournant. Dans le cas d'une différence de pression de 300 mbars environ, le ralenti doit se dégrader ou le moteur s'éteindre. Si la vanne est équipée d'un capteur de température, ce dernier peut également être soumis à un contrôle. Pour cela, déposer le capteur de température et mesurer la résistance. Le tableau suivant présente les valeurs de résistance approximatives à différentes températures :

Température	Résistance
20 °C	> 1000 k Ω
70 °C	160–280 k Ω
100 °C	60–120 k Ω

Les vannes EGR sur moteurs diesel

Utiliser un pistolet à air chaud ou de l'eau chaude pour la montée en température. Contrôler la température à l'aide du thermomètre numérique afin de comparer la valeur mesurée aux valeurs de consigne.

Vannes à deux membranes

Les vannes dont les prises de dépression sont juxtaposées ne s'ouvrent que par l'intermédiaire d'une seule prise. Ces prises peuvent être superposées ou juxtaposées sur un même niveau. Les vannes dont les prises de dépression sont superposées fonctionnent en deux temps. La vanne s'ouvre partiellement par l'intermédiaire de la prise supérieure et complètement par l'intermédiaire de la prise inférieure. Les vannes dont les prises de dépression sont juxtaposées ne s'ouvrent que par l'intermédiaire d'une seule prise. Les prises sont identifiées par des couleurs. Les combinaisons suivantes sont possibles :

- noir et marron
- rouge et marron
- rouge et bleu

L'alimentation en dépression se fait par la prise rouge ou noire. Les conditions des essais d'étanchéité sont identiques à celles pour les vannes à une seule membrane mais les contrôles doivent être réalisés sur les deux prises de dépression. Pour contrôler l'alimentation en dépression de la vanne, il est possible d'utiliser la pompe à dépression manuelle comme manomètre. Elle est raccordée à la conduite d'alimentation de la vanne EGR. Moteur tournant, la dépression régnante est indiquée. Sur les vannes dont les prises sont superposées, raccorder la pompe à dépression manuelle à la conduite de la prise inférieure. Si les prises sont juxtaposées, raccorder la pompe à la conduite de la prise rouge ou noire.

L'essai d'étanchéité d'une vanne EGR

L'essai des vannes EGR sur moteurs diesel suit la même méthode que sur les moteurs à essence.

Moteur coupé, créer une dépression de 500 mbars environ avec la pompe à dépression manuelle. Cette dépression doit être maintenue pendant 5 minutes. Un contrôle visuel peut également être réalisé. Créer à nouveau une dépression avec la pompe manuelle par l'intermédiaire de la prise de dépression. Observer la tige de vanne (liaison entre la membrane et la vanne) par les ouvertures. Son mouvement doit être synchronisé avec l'actionnement de la pompe à dépression manuelle.



Le contrôle des transducteurs de pression, vannes d'inversion et thermovannes

Vannes EGR avec potentiomètre

Certaines vannes EGR possèdent un potentiomètre pour le retour d'information sur la position de la vanne. L'essai de la vanne EGR se déroule tel que décrit précédemment. Pour l'essai du potentiomètre, la procédure est la suivante :

débrancher le connecteur 3 voies et, à l'aide d'un multimètre, mesurer la résistance totale sur les voies 2 et 3 du potentiomètre. La valeur mesurée doit être située entre 1500 Ω et 2500 Ω . Pour mesurer la résistance de la piste, le multimètre doit être raccordé aux voies 1 et 2. Ouvrir lentement la vanne à l'aide de la pompe à dépression manuelle. Au début, la valeur mesurée est de 700 Ω environ et ensuite cette valeur augmente jusqu'à 2500 Ω .

Essai des transducteurs de pression mécaniques

Au cours de cet essai, la pompe à dépression manuelle n'est pas utilisée comme source de dépression mais comme manomètre. Déconnecter, côté transducteur, le tuyau de dépression qui relie le transducteur à la vanne EGR et raccorder la pompe à dépression. Démarrer le moteur et déplacer lentement la tige du transducteur de pression. La valeur affichée par le manomètre de la pompe à dépression doit alors varier en conséquence.

Essai des transducteurs de pression électropneumatiques

Dans ce cas également, la pompe à dépression manuelle est utilisée comme manomètre. Le raccordement au transducteur de pression électropneumatique est réalisé sur la prise de dépression reliée à la vanne EGR. Démarrer le moteur et débrancher la prise électrique du transducteur de pression. La dépression indiquée sur le manomètre ne doit pas être supérieure à 60 mbars. Rebrancher le connecteur et augmenter le régime moteur. La valeur affichée sur le manomètre doit augmenter simultanément.

Essai d'un transducteur de pression



Pour contrôler la résistance du bobinage du transducteur de pression, débrancher à nouveau le connecteur électrique et raccorder un multimètre aux deux broches de connexion. La valeur de résistance doit être située entre 4 Ω et 20 Ω .

Pour contrôler le pilotage du transducteur de pression, raccorder le multimètre au connecteur et observer la valeur de tension affichée. Cette valeur doit varier avec le régime moteur.

Mesure de la résistance au transducteur de pression



Essai des transducteurs de pression électriques

L'essai des transducteurs de pression électriques est identique à l'essai des vannes d'inversion électriques.

Essai des vannes d'inversion électriques

Les vannes d'inversion électriques disposent de trois prises de dépression. Si seulement deux prises sont utilisées, la troisième doit être recouverte d'un capuchon qui ne doit pas être étanche à l'air. Un contrôle de continuité peut être réalisé avec la pompe à dépression manuelle au niveau des conduites de sortie de la vanne d'inversion. Raccorder la pompe à dépression à une conduite de sortie. S'il est possible de créer une dépression, la vanne d'inversion doit être alimentée en tension.

Important : le cas échéant, respecter les indications de polarité (+ et -) pour connecter la vanne d'inversion. Si la vanne d'inversion est sous tension, elle doit s'inverser et la dépression créée doit chuter. Répéter le même essai pour l'autre prise.

Essai de thermovannes

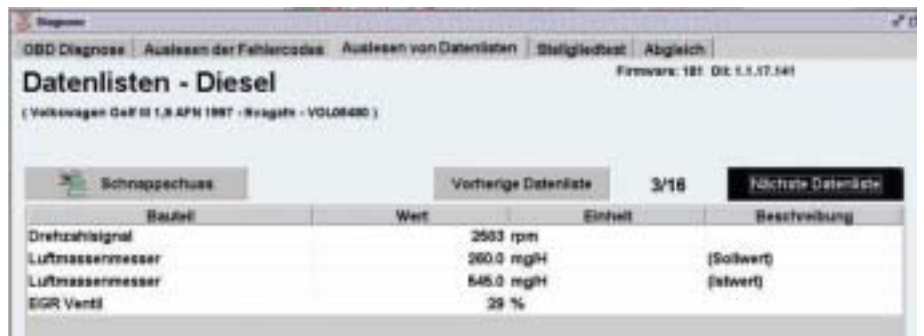
Pour l'essai des thermovannes, débrancher les conduites de dépression. Connecter la pompe à dépression manuelle à la prise centrale. Moteur à froid, la thermovanne ne doit être fermée. Si le moteur est à température de fonctionnement, la vanne doit s'ouvrir. Pour éviter la dépendance à la température du moteur, la thermovanne peut être démontée et réchauffée dans un bain d'eau ou avec un souffleur à air chaud. Surveiller en permanence la température afin de trouver les points de commutation.

Toutes les valeurs d'essai indiquées sont approximatives. Pour obtenir des données précises, se référer aux plans de raccordement et aux valeurs d'essai spécifiques au véhicule.

Essai avec un outil diagnostic

Les systèmes EGR permettant le diagnostic peuvent être contrôlés à l'aide d'un outil diagnostic approprié. Les résultats dépendent des capacités de l'appareil utilisé et du système à contrôler. Certains outils ne permettent qu'une lecture de la mémoire des défauts tandis que d'autres permettent de lire des blocs de valeurs de mesure et de réaliser un test des actionneurs.

Liste des données EGR



Bezeichnung	Wert	Einheit	Beschreibung
Drehzahlsignal	2503	rpm	
Luftmassenmesser	260.0	mg/h	(Sollwert)
Luftmassenmesser	545.0	mg/h	(Istwert)
EGR Ventil	29	%	

Test des actionneurs EGR



Il est important que les composants qui n'exercent qu'une influence indirecte sur le système EGR soient également contrôlés. Par exemple, le débitmètre d'air ou le capteur de température du moteur. Si le débitmètre d'air transmet une valeur incorrecte au calculateur, le calcul de la quantité de gaz d'échappement recyclés sera également faux. Les valeurs de dépollution peuvent alors se dégrader et d'importants problèmes de fonctionnement du moteur peuvent survenir. Dans le cas des vannes EGR électriques, il se peut qu'aucun défaut ne soit indiqué pendant le diagnostic et qu'un test des actionneurs ne donne pas non plus de renseignements sur les problèmes. Dans ce cas, la vanne est peut-être très encrassée et sa section d'ouverture ne correspond plus à celle exigée par le calculateur. Il est donc conseillé de démonter la vanne EGR et de contrôler si elle est encrassée.

La régulation électronique diesel - RED

Au fil du développement des moteurs diesel, la commande mécanique n'a plus suffi pour satisfaire au progrès technique. Les normes de plus en plus sévères en matière de gaz d'échappement et le désir d'une baisse de consommation et d'une augmentation de performance ont rendu nécessaire le développement d'une régulation électronique pour les moteurs diesel. En 1998, la première régulation électronique diesel ou RED (Electronic Diesel Control, EDC) a été mis en œuvre. Aujourd'hui, la RED est une composante fixe de systèmes d'injection diesel haute pression. Sans elle, la réalisation de systèmes d'injection diesel confortables et efficaces serait impossible.

Comment fonctionne la RED ?

Par principe, elle est comparable à un système d'injection pour moteurs essence. La RED peut être divisée en trois domaines :

- les capteurs
- le calculateur
- les actionneurs

Les capteurs :

Les capteurs enregistrent tous les états réels et théoriques. Cela signifie que la température du moteur et la pression du carburant sont par exemple enregistrées comme valeurs réelles mais que des valeurs théoriques, comme par exemple la position de pédale d'accélérateur, sont également enregistrées. Les capteurs enregistrent les conditions de fonctionnement et transforment des grandeurs de mesure physiques ou chimiques en signaux électriques qui les transmettent au calculateur. En raison des exigences élevées, les capteurs sont devenus au fil du temps de plus en plus petits et de plus en plus puissants. Les capteurs conventionnels sont généralement des composants individuels qui fournissent un signal au calculateur où il est ensuite traité. Les nouveaux capteurs de la RED disposent d'un système de traitement des signaux, d'un convertisseur analogique – numérique et parfois aussi d'une électronique d'analyse. La transmission de signaux vers le calculateur est numérique. Il en résulte de nombreux avantages :

- Les capteurs peuvent enregistrer des valeurs de mesure plus petites.
- La transmission vers le calculateur est insensible aux perturbations.
- La capacité du calculateur peut être réduite.
- Les capteurs sont compatibles aux bus de données et leurs informations peuvent être utilisées plusieurs fois.

Les différents capteurs :

Les capteurs de vitesse de rotation



Les capteurs de vitesse de rotation enregistrent, en fonction du système d'injection, les vitesses et les positions des arbres rotatifs. Le capteur le plus important est le capteur de régime moteur. Il enregistre le régime du moteur et la position du vilebrequin. En règle générale, le capteur de vitesse de rotation est un capteur inductif (capteur passif). Il est constitué d'un noyau de fer autour duquel une bobine est enroulée et est relié à un aimant permanent. La rotation de la roue d'impulsion génère une modification du flux magnétique dans la bobine, une tension sinusoïdale étant dès lors induite. La fréquence et la hauteur d'amplitude sont proportionnelles au régime moteur. En modifiant l'écartement entre les dents sur la roue d'impulsion, le signal peut être modifié et donner des informations sur la position du vilebrequin. Certains constructeurs utilisent également des capteurs actifs. Ces capteurs fonctionnent selon le principe des capteurs à effet Hall. A la place des dents, des paires de pôles magnétiques sont disposées sur la roue d'impulsion (alternativement un pôle nord - un pôle sud). Là aussi, une modification de l'écartement permet de générer la marque de référence par rapport à la position du vilebrequin. A la différence du capteur inductif, le capteur à effet Hall génère un signal rectangulaire dont la fréquence est également proportionnelle au régime.

Le capteur d'arbre à cames



La position de l'arbre à cames est également nécessaire pour le démarrage du moteur. Le calculateur a besoin de savoir quel cylindre se trouve précisément dans le temps de compression. La position de l'arbre à cames est déterminée par un capteur à effet Hall qui balaie une ou plusieurs marque(s) de référence sur l'arbre à cames. Il en résulte un signal rectangulaire qui est transmis au calculateur. Dans les systèmes injecteur-pompe, on trouve sur le pignon d'arbre à cames, pour chaque cylindre, une dent à une distance correspondante. Pour pouvoir établir le rapport entre les dents et les cylindres, on positionne entre les dents des points de référence supplémentaires avec des écartements différents (sauf pour le quatrième cylindre). Le calculateur peut affecter les signaux aux différents cylindres à partir du décalage de deux signaux rectangulaires.

Le débitmètre massique d'air



Pour déterminer le débit d'injection exact et le taux de recyclage des gaz d'échappement, le calculateur a besoin de connaître la masse d'air aspiré. La masse d'air est mesurée par le débitmètre massique d'air monté dans la tubulure d'admission.

Les capteurs de température



Les capteurs de température sont généralement conçus comme capteurs CTN. Cela signifie dans le boîtier se trouve une résistance de mesure en matériau semi-conducteur avec un coefficient de température négatif (CTN). A basses températures, ils ont une résistance élevée qui diminue quand la température augmente.

Le capteur de température moteur est monté dans le circuit du liquide de refroidissement du moteur. Il enregistre la température du liquide de refroidissement, qui permet de déduire la température du moteur. Le calculateur a besoin de la température du moteur comme valeur de correction pour calculer le débit d'injection.

Le capteur de température de carburant est monté côté basse pression du circuit de carburant. Il enregistre la température du carburant. La densité du carburant change lorsque la température varie. Le calculateur a besoin de la température du carburant pour calculer avec précision le début de l'injection et le débit d'injection. Un éventuel refroidissement du carburant est également géré par l'intermédiaire de la valeur de mesure du capteur de température.

Le capteur de température d'air enregistre la température de l'air aspiré. Le capteur de température d'air d'admission peut être monté dans le circuit d'admission comme capteur séparé ou être intégré dans le capteur de pression de tubulure d'admission. Comme pour le carburant, la densité de l'air change en cas de variation de la température. L'information sur la température de l'air d'admission sert de valeur de correction au calculateur pour la régulation de la pression de suralimentation.

Les capteurs de pression



Dans le boîtier du capteur de pression se trouvent l'électronique d'analyse et une cellule de mesure. La cellule de mesure comporte une membrane formant une chambre de compression de référence sur laquelle sont montées en pont quatre jauges piézorésistives. Deux de ces jauges piézorésistives servent de résistances de mesure qui sont situées au milieu de la membrane. Les deux autres jauges sont disposées sur l'extérieur de la membrane et servent de résistances de référence pour la compensation thermique. Si la membrane change de forme sous l'effet de la pression, la conductibilité des résistances de mesure est modifiée, de même que la tension de mesure. Cette tension de mesure est traitée par l'électronique d'analyse et transmise au calculateur moteur.

Le capteur de pression de suralimentation enregistre la pression dans la tubulure d'admission entre le turbocompresseur et le moteur. La pression de suralimentation est mesurée non pas par rapport à la pression ambiante mais par rapport à une pression de référence dans le capteur. Le capteur fournit au calculateur l'information sur la pression de suralimentation. Dans la cartographie de la régulation de pression de suralimentation, les valeurs théoriques et réelles sont comparées et la pression de suralimentation est adaptée au besoin du moteur via la limitation de pression de suralimentation.

Le capteur de pression ambiante (capteur altimétrique) enregistre la pression ambiante. Comme celle-ci fluctue selon l'altitude, la valeur est utilisée par le calculateur pour la correction de la régulation de pression de suralimentation et du système de recyclage des gaz d'échappement. Le capteur de pression ambiante est souvent intégré dans le calculateur mais peut également être logé séparément dans le compartiment moteur.

Le capteur de pression de carburant enregistre la pression de carburant. Deux applications sont possible ici : tout d'abord, le capteur de pression de carburant placé dans la zone basse pression, par exemple dans le filtre à carburant. L'encrassement du filtre à carburant peut ainsi être surveillé. La deuxième application est le suivi de la pression de carburant côté haute pression. Le capteur de pression "rail" est utilisé dans le système "Common Rail".

Le capteur de déplacement d'aiguille



Le capteur de déplacement d'aiguille enregistre le temps d'ouverture réel de l'injecteur. Le calculateur a besoin de cette information pour comparer le début d'injection avec les données de la cartographie, afin que l'injection ait toujours lieu au bon moment. Le capteur de déplacement d'aiguille est constitué d'un boulon de pression qui est entouré d'une bobine magnétique. Si le boulon de pression est actionné mécaniquement par l'ouverture de l'aiguille d'injecteur, le champ magnétique dans la bobine change. Dans la bobine qui est alimentée en tension constante par le calculateur, la tension présente s'en trouve également modifiée. Le calculateur peut calculer le début d'injection réel à partir de l'écart de temps entre l'information du capteur de déplacement d'aiguille et le signal PMH.

Le capteur d'accélérateur (capteur de course d'accélérateur)



Le capteur d'accélérateur enregistre la position de la pédale d'accélérateur. Ceci peut avoir lieu par une mesure de la course ou de l'angle de la pédale. Le capteur d'accélérateur peut être monté directement sur la pédale (module pédale d'accélérateur) ou se trouve dans le compartiment moteur. Dans ce cas, il est relié à la pédale par le biais d'un câble Bowden. Il existe différents types de capteurs d'accélérateur. Certains fonctionnent avec un potentiomètre qui transmet au calculateur diverses tensions qui sont comparées à une courbe caractéristique. Le calculateur détermine la position de l'accélérateur à l'aide de la courbe caractéristique. A la place du potentiomètre, les capteurs sans contact possèdent un transmetteur à effet Hall qui est installé de façon fixe. Sur la pédale d'accélérateur se trouve un aimant qui modifie sa position en fonction de la position de l'accélérateur. Le signal en résultant est amplifié et transmis au calculateur en tant que signal de tension. L'avantage de ces capteurs sans contact est qu'ils ne subissent aucune usure. Le contacteur de ralenti est intégré dans le capteur d'accélérateur, de même que le contacteur de kick-down sur les véhicules à boîte de vitesses automatique.

Le contacteur de stop



Le contacteur de stop se trouve sur le pédalier et est généralement combiné au contacteur de feux de stop. Il transmet un signal au calculateur lorsque la pédale de frein est actionnée. Le calculateur réduit alors la puissance du moteur pour empêcher un freinage et une accélération simultanés.

Le contacteur d'embrayage



Le contacteur d'embrayage est également monté sur le pédalier. Il signale au calculateur si la pédale d'embrayage est actionnée. Lorsque le calculateur reçoit l'information lui signalant que la pédale d'embrayage est actionnée, il réduit brièvement le débit d'injection pour assurer un changement de rapport "doux".

La climatisation

Le calculateur RED reçoit un signal indiquant si la climatisation est activée ou coupée. Cette information est nécessaire pour augmenter le régime de ralenti avec la climatisation activée. On empêche ainsi que le régime de ralenti baisse trop lorsque l'embrayage de compresseur est activé.

Le signal de vitesse

Le calculateur RED a besoin de l'information sur la vitesse en cours pour la régulation du motoventilateur (maintien en fonctionnement du motoventilateur), l'amortissement des à-coups pendant le changement de rapport et pour l'éventuel régulateur de vitesse.

Le régulateur de vitesse

Le régulateur de vitesse transmet au calculateur RED les informations indiquant si le dispositif est activé ou coupé et si le conducteur souhaite accélérer, ralentir ou maintenir la vitesse.

Le calculateur RED

Dans le calculateur RED, toutes les informations qui sont fournies par les capteurs sont traitées et émises sous forme de signaux de commande pour les actionneurs. Le calculateur proprement dit, un circuit imprimé avec tous les composants électroniques, est monté dans un boîtier en métal. Le raccordement des capteurs et des actionneurs se fait par l'intermédiaire d'une connexion par fiche multipolaire. Les éléments de puissance nécessaires au pilotage direct des actionneurs sont montés sur des dissipateurs thermiques dans le boîtier métallique, afin d'évacuer la chaleur qui est générée.



D'autres exigences doivent encore être prises en compte lors de la conception. Elles concernent la température ambiante, la sollicitation mécanique et l'humidité. Tout aussi importantes sont l'insensibilité aux perturbations électromagnétiques et la limitation du rayonnement de signaux parasites à haute fréquence. Le calculateur doit fonctionner sans problème à des températures de -40°C à env. $+120^{\circ}\text{C}$.

Pour que, dans chaque état de fonctionnement du moteur, le calculateur émette les bons signaux de commande pour les actionneurs, il doit pouvoir travailler en temps réel. Ceci exige une puissance de calcul et une architecture importantes.

Les signaux d'entrée des capteurs parviennent au calculateur sous des formes différentes. Ils sont donc transmis via des circuits de protection et, si nécessaire, via des amplificateurs et des convertisseurs de signaux, avant d'être traités directement par le microprocesseur. Les signaux analogiques, par exemple de la température moteur et d'admission, de la quantité d'air aspiré, de la tension batterie, de la sonde lambda, etc. sont transformés en valeurs numériques dans le microprocesseur par un convertisseur analogique-numérique. Pour éviter toute impulsion parasite, les signaux de capteurs inductifs (par exemple enregistrement du régime et capteur de repère de référence) sont traités dans un circuit séparé.

Pour pouvoir traiter les signaux d'entrée, le microprocesseur a besoin d'un programme. Ce programme est stocké dans une mémoire morte (ROM ou EPROM). Dans cette mémoire morte sont également stockées les cartographies et courbes spécifiques nécessaires pour la gestion moteur. Pour pouvoir réaliser une fonction spécifique à un niveau d'équipement de véhicule ou à une version moteur, le constructeur ou le garage procède à un codage de variante. Ceci est nécessaire lorsque le calculateur est remplacé en tant que pièce de rechange ou en cas de remplacement de certains capteurs ou actionneurs. Pour réduire autant que possible le nombre de calculateurs différents chez un constructeur, les enregistrements complets ne sont installés sur l'EPROM qu'en fin de production sur certains types d'appareils (EOL = programmation en Fin de Ligne ou "End Of Line").

Outre la ROM et ou l'EPROM, une mémoire vive (RAM) est également nécessaire. Elle a pour mission de sauvegarder des valeurs de calcul, des valeurs d'adaptation et éventuellement des défauts survenant dans le système complet, afin que toutes ces données puissent être lues avec un appareil de diagnostic. Cette mémoire RAM a besoin d'une alimentation permanente. Si l'alimentation est coupée, par exemple en cas de débranchement de la batterie, les données sauvegardées sont perdues. Dans ce cas, toutes les valeurs d'adaptation doivent être recalculées par le calculateur. Pour éviter la perte des valeurs variables, leur sauvegarde est effectuée, sur certains types d'appareils, dans une EPROM au lieu d'une RAM.

L'émission de signaux pour le pilotage des actionneurs a lieu via des étages de sortie. Le microprocesseur commande ces étages de sortie qui ont suffisamment de puissance pour le raccordement direct des différents actionneurs. Ces étages de sortie sont protégés de telle sorte qu'ils ne peuvent pas être détruits par des courts-circuits à la masse et au + batterie et par une surcharge électrique.

L'autodiagnostic permet de détecter les défauts survenant sur certains étages de sortie et, si besoin, de couper la sortie. Le défaut en question est ensuite enregistré dans la RAM et peut être lu en atelier à l'aide d'un appareil de diagnostic.

Les actionneurs

Les actionneurs (éléments de réglage) exécutent les ordres déterminés par le calculateur. Cela signifie qu'ils transforment les signaux électriques du calculateur en grandes physiques. Les principaux actionneurs sont les électrovannes pour la régulation de pression, de débit et de début d'injection. On trouve ici quelques différences, en fonction du système d'injection (injecteur-pompe, Common Rail).

Les autres actionneurs sont les actionneurs de pression électropneumatiques. A l'aide d'une capsule à dépression qui est commandée par la dépression d'une vanne électromagnétique, les signaux électriques du calculateur RED sont transformés en régulation mécanique. Les transducteurs de pression électropneumatiques sont :

La vanne de recyclage des gaz d'échappement (EGR)

La vanne de recyclage des gaz d'échappement régule la quantité de gaz d'échappement qui entre dans l'air d'admission.



L'actionneur de pression de suralimentation

L'actionneur de pression de suralimentation régule la pression de suralimentation. Cette opération peut s'effectuer en ouvrant et en fermant une vanne de dérivation ou, sur un turbocompresseur avec turbine à géométrie variable, en ajustant l'angle d'incidence des aubes directrices.



Le clapet de régulation

Le clapet de régulation sert à améliorer le recyclage des gaz d'échappement. Dans la plage inférieure de régime et de charge, il réduit la surpression dans la tubulure d'admission et facilite l'écoulement des gaz d'échappement recyclés dans la chambre de combustion.

L'actionneur à effet giratoire

L'actionneur à effet giratoire influence le mouvement de rotation de l'air d'admission. Grâce à une augmentation du mouvement giratoire dans la plage de régime basse et un effet giratoire moins important à régimes élevés, on obtient un meilleur mélange de l'air d'admission et du carburant. Ceci donne une meilleure combustion.

Le clapet de tubulure d'admission



Le clapet de tubulure d'admission est fermé à la coupure du moteur. Il stoppe l'arrivée d'air frais et permet ainsi un arrêt du moteur "doux".

D'autres tâches et composants sont respectivement remplis et pilotés par calculateur :

Système de préchauffage

Le calculateur commande le système de préchauffage par un relais de préchauffage supplémentaire ou un autre calculateur de préchauffage.

Refroidissement du carburant

Le refroidissement du carburant est également commandé par un relais supplémentaire.

Motoventilateur

Le motoventilateur est commandé en fonction de la température du liquide de refroidissement. Le maintien en fonctionnement du motoventilateur est également régulé en fonction de l'état de charge du dernier cycle de conduite.

Chauffage additionnel

Le chauffage additionnel est commandé en fonction de la charge de l'alternateur.

Climatisation

Pour disposer de la pleine puissance du moteur, le compresseur de la climatisation est coupé à pleine charge, à températures de moteur élevées et en mode dégradé, et ce afin de ménager le moteur.

Témoins

En cas d'apparition de défauts, le voyant moteur est activé. Le témoin de préchauffage est activé si besoin.

Des signaux pour le compte-tours et/ou l'affichage multifonctions sont également mis à disposition par le calculateur. Il comprend les interfaces de communication pour d'autres systèmes et le diagnostic.

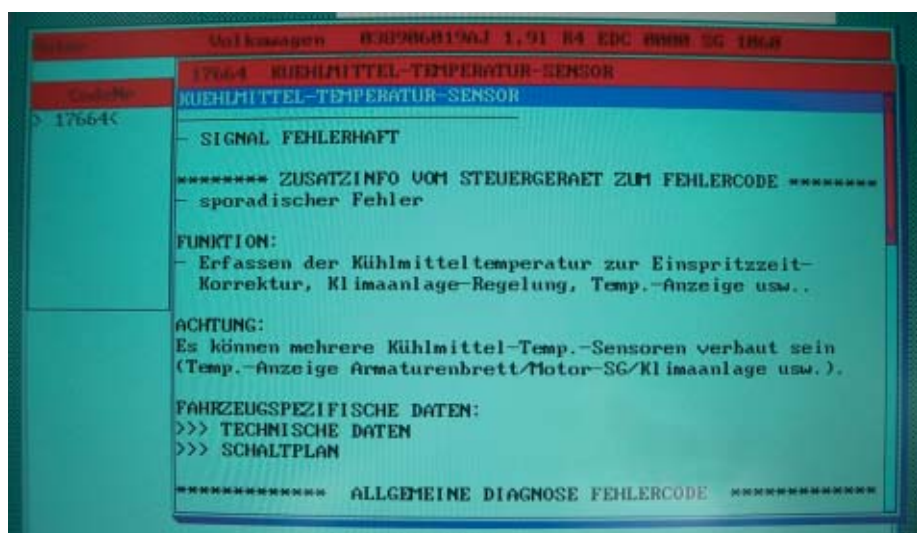
Le diagnostic et la recherche de défauts

Le diagnostic et la recherche de défauts dans un système RED ne diffèrent plus de ceux dans les systèmes de préparation du mélange sur les moteurs à essence. Ici aussi, un appareil de diagnostic adapté est désormais absolument nécessaire. Outre l'appareil de diagnostic, un multimètre – et mieux encore un oscilloscope – doit être disponible s'il n'est pas déjà intégré dans l'appareil de diagnostic.

Dans la RED, la profondeur de contrôle dépend également des fonctions de diagnostic validées du constructeur et des possibilités du fabricant d'appareils de diagnostic.

La lecture de la mémoire des défauts

La première étape du diagnostic doit être la lecture de la mémoire des défauts dans le calculateur. Grâce à l'autodiagnostic, les défauts survenants sont enregistrés. Les codes défauts enregistrés peuvent être partiellement dotés d'autres informations. Il est indiqué si le défaut survient sporadiquement ou est présent en permanence. Des informations comme "Court-circuit / Circuit ouvert" ou "Signal défectueux" peuvent également être données.

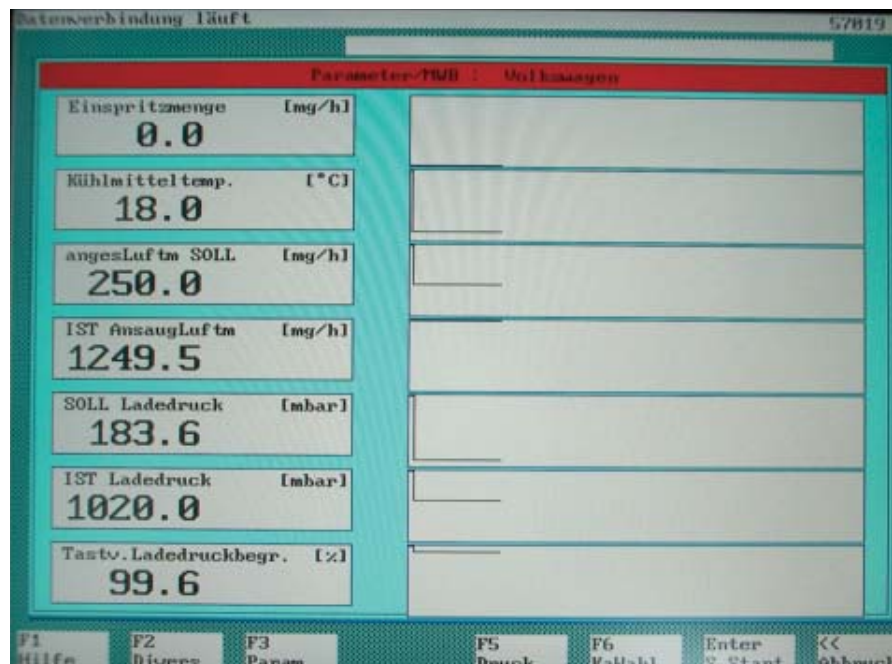


La lecture des blocs de valeurs de mesure

Il faut également tenir compte du fait qu'un enregistrement dans la mémoire des défauts englobe toujours tous les composants du capteur / de l'actionneur concerné. Cela signifie que le défaut peut également se situer dans le câblage, le connecteur ou éventuellement reposer sur un endommagement mécanique.

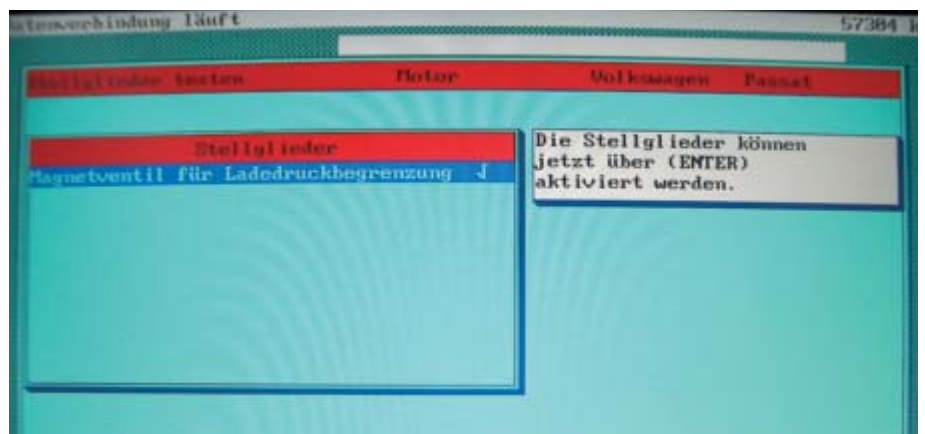
La lecture des blocs de valeurs de mesure (consultation des valeurs réelles) permet d'afficher les signaux des capteurs traités dans le calculateur.

Mais là aussi, il faut de nouveau tenir compte du fait qu'aucun jugement précis sur les défauts possibles ne peut être porté avec les valeurs réelles uniquement. Il faut pour cela que les valeurs théoriques nécessaires soient aussi disponibles, afin d'établir une comparaison entre les valeurs théoriques et réelles sur les défauts éventuels. Si ces valeurs théoriques ne sont pas sauvegardées dans l'appareil de diagnostic, d'autres systèmes d'information ou spécifications de constructeur sont nécessaires. La lecture des blocs de valeurs de mesure convient en particulier pour détecter les défauts pour lesquels aucun enregistrement dans la mémoire des défauts n'a lieu. Exemple classique : le débitmètre massique d'air. La comparaison des valeurs théoriques / réelles lors d'un essai sur route permet de voir si les valeurs mesurées sont conformes aux exigences.



Le test des actionneurs

Avec le test des actionneurs, l'appareil de diagnostic offre la possibilité de contrôler les actionneurs de façon simple. Durant le test, les actionneurs sont commandés par le calculateur à tour de rôle. On peut voir si l'actionneur réagit au signal et exécute une fonction par écoute, observation et palpation. Le test des actionneurs peut également être utilisé pour contrôler le signal du calculateur, les câbles et les connecteurs. Pour cela, un multimètre ou un oscilloscope doit être raccordé à l'actionneur pendant le test. Si le signal mesuré est conforme, on peut partir du principe que les câbles et les connecteurs sont OK. L'endommagement électrique ou mécanique de l'actionneur doit ensuite être contrôlé. Si le signal de commande manque ou est défectueux, les connecteurs et les câbles doivent être contrôlés. Là aussi, des informations spécifiques au véhicule comme les schémas électriques et les valeurs de mesure sont à nouveau nécessaires.



Pour effectuer un diagnostic des défauts sûr, il est important de connaître avec précision le système du moteur à diagnostiquer. Tous les défauts qui surviennent n'ont pas obligatoirement une origine électronique. Il y a toujours la possibilité que des défauts d'ordre mécanique, par exemple une mauvaise compression ou des injecteurs défectueux, provoquent des défaillances qui conduisent sur une mauvaise "piste" lors de la recherche des défauts. La condition sine qua non est de toujours avoir un équipement mécanique fonctionnant parfaitement. Il est donc toujours conseillé de se perfectionner via des formations, aussi bien dans le domaine des systèmes d'injection que dans la manipulation des appareils de diagnostic et de mesure. Seule une personne comprenant toutes les interactions et sachant quand les valeurs mesurées des capteurs et la position des actionneurs ont quels effets dans le système complet peut réaliser un diagnostic des défauts sûr. Divers manuels spécialisés permettent également d'acquérir des connaissances sur les systèmes d'injection et les techniques de mesure.

Le système d'air secondaire

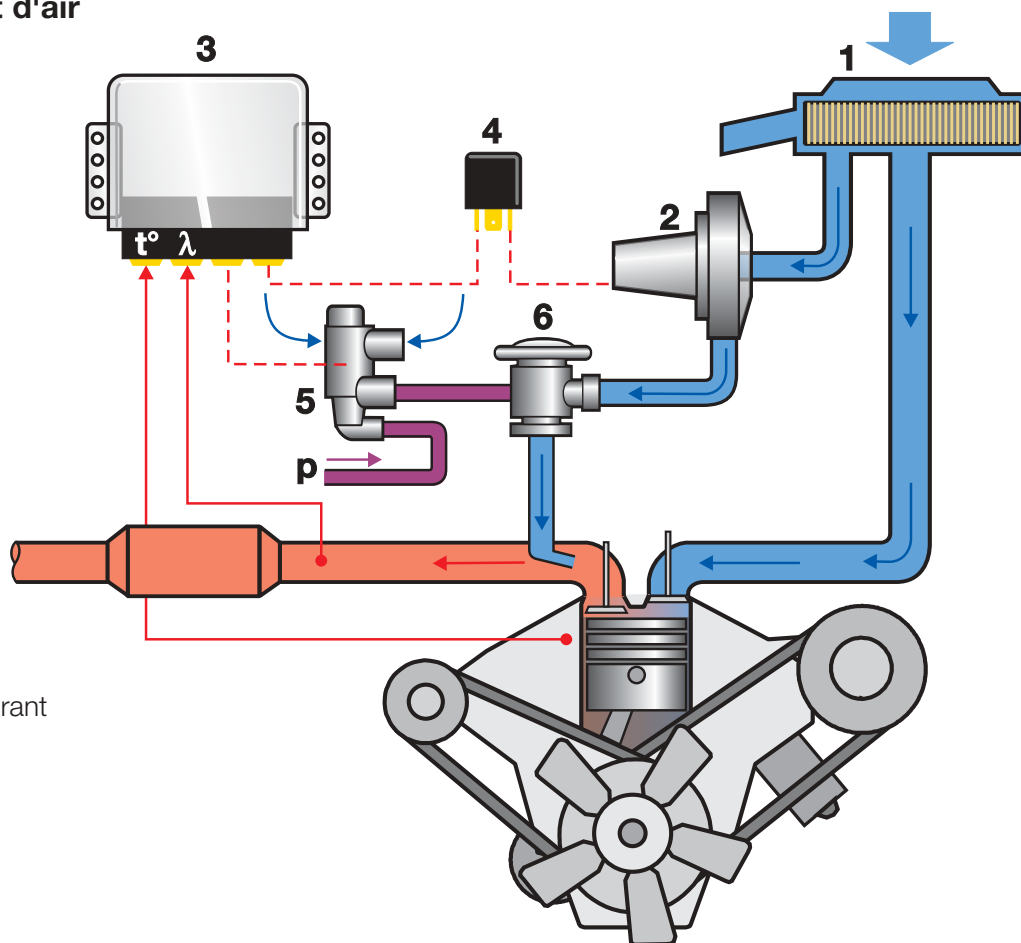
Pourquoi un système d'air secondaire est-il utilisé ?

Ce système permet de réduire davantage les valeurs de HC (hydrocarbures) et CO (monoxyde de carbone) pendant la phase de démarrage à froid, lorsque le catalyseur n'est pas encore actif.

Sur les moteurs à essence, qui fonctionnent par mélange stoechiométrique, un taux de conversion de plus de 90% peut être obtenu à l'aide de catalyseurs 3 voies. En moyenne, jusqu'à 80% des émissions d'un cycle de roulage sont générés pendant le démarrage à froid. Mais comme le catalyseur commence seulement à travailler efficacement à partir d'une température d'environ 300 - 350°C, d'autres types de mesures efficaces doivent être mis en œuvre durant cette période pour diminuer les émissions. C'est ici qu'intervient le système d'air secondaire. A la condition qu'il y ait suffisamment d'oxygène résiduel présent dans le système des gaz d'échappement et que la température soit suffisamment élevée, les hydrocarbures (HC) et le monoxyde de carbone (CO) réagissent dans une réaction subséquente pour se transformer en dioxyde de carbone (CO₂) et en eau (H₂O). Afin que, dans la phase de démarrage à froid, lorsque le mélange est très riche, suffisamment d'oxygène soit présent pour la réaction, un supplément d'air est amené au flux des gaz d'échappement. Sur les véhicules qui sont équipés d'un catalyseur trois voies et d'une régulation lambda, le système d'air secondaire est coupé après environ 100 secondes. Grâce à la chaleur générée lors de la réaction subséquente, la température de travail du catalyseur est rapidement atteinte. L'air secondaire peut être alimenté par voie active ou passive. Le système passif utilise les fluctuations de pression dans le système des gaz d'échappement. Du fait de la dépression résultant de la vitesse d'écoulement dans la tubulure d'échappement, l'air additionnel est aspiré par l'intermédiaire d'une vanne à rapport cyclique d'ouverture. Dans le système actif, l'air secondaire est injecté par une pompe. Ce système permet une meilleure commande.

Architecture et fonction du système actif d'apport d'air secondaire

- 1 Filtre à air
- 2 Pompe à air secondaire
- 3 Calculateur moteur
- 4 Relais de commande
- 5 Vanne d'inversion
- 6 Valve combinée



--- sans courant

Constitution et fonctionnement du système actif d'air secondaire

En règle générale, le système d'air secondaire se compose d'une pompe électrique, du relais de pilotage, d'une vanne de commande pneumatique et d'une vanne combinée. La commande du système est prise en charge par le calculateur moteur. Pendant que le système travaille, la pompe électrique est activée par le calculateur moteur via le relais de pilotage. La vanne de commande pneumatique est pilotée simultanément. Celle-ci s'ouvre et laisse agir la dépression de la tubulure d'admission sur la vanne combinée. Grâce à la dépression, la vanne combinée est ouverte et l'air additionnel refoulé par la pompe est pompé dans la tubulure d'échappement derrière les soupapes d'échappement. Dès que la régulation lambda est active, le système d'air secondaire est coupé. Le calculateur moteur désactive la pompe électrique et la vanne de commande pneumatique. La vanne combinée est également fermée et empêche ainsi que des gaz d'échappement chauds arrivent jusqu'à la pompe électrique et provoquent des endommagements.

Symptômes de défaillance en cas de panne du système d'air secondaire

L'absence de "post-combustion" conduit à une augmentation des valeurs de gaz d'échappement durant la phase de démarrage à froid et de mise en action. Le catalyseur n'atteint sa température de travail que plus tard. Les systèmes d'air secondaire, qui sont surveillés par l'autodiagnostic du calculateur moteur, provoquent l'allumage du voyant moteur lorsque des défauts surviennent.

Causes de défaillance du système d'air secondaire

Une cause de défaillance fréquente est une pompe défectueuse. L'infiltration d'humidité conduit à des dommages dans la pompe, qui ont pour conséquence un blocage. Mais une absence de masse et d'alimentation en tension peut aussi provoquer la défaillance de la pompe. Des conduites obstruées ou non étanches conduisent également à la défaillance ou au dysfonctionnement du système. Une obstruction, des dommages ou une excitation insuffisante cause(nt) la défaillance de la vanne de commande et de la vanne combinée.

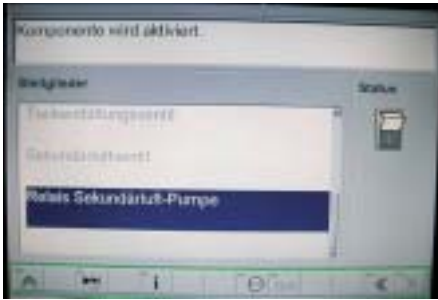
Recherche de défauts et travaux de diagnostic sur le système d'air secondaire

Comme pour tous les autres travaux de recherche de défauts et de diagnostic, il convient de commencer par un contrôle visuel et également un contrôle acoustique. Lors du contrôle acoustique, on peut entendre la pompe électrique, moteur à froid au ralenti. Même après l'arrêt du moteur, on peut entendre clairement le bruit de ralentissement de la pompe. Lors du contrôle visuel, il faut s'assurer de l'absence de dommages sur tous les composants. Une attention particulière doit ici être portée aux conduites et aux raccords de tuyaux. Tous doivent être correctement montés sur les composants et ne présenter aucun point de frottement. Ils ne doivent pas non plus être pliés ou bloqués par des rayons trop resserrés. Les fusibles doivent également être présents et leur éventuel endommagement contrôlé. Si aucun défaut n'est constaté lors de ces contrôles, un appareil de diagnostic adapté peut alors être utilisé pour la suite du diagnostic. Condition de base : le système doit être "apte" au diagnostic pour le constructeur.

Le système d'air secondaire



Les défauts éventuellement enregistrés peuvent être lus et éliminés en consultant la mémoire des défauts.



Si aucun défaut n'est enregistré dans la mémoire, la pompe électrique peut être activée à l'aide du test des actionneurs. Le fonctionnement du relais de pilotage est également contrôlé simultanément lors de ce test. Le pilotage de la vanne de commande peut aussi être contrôlé avec le test des actionneurs. Il est également possible de contrôler le fonctionnement de la vanne de commande sans appareil de diagnostic. Pour cela, il faut débrancher la conduite à dépression qui mène à la vanne combinée. Et démarrer le moteur froid.



Une dépression doit être ressentie sur l'embout de la vanne de commande (une pompe à vide peut également être raccordée) dès que la pompe à air secondaire commence à tourner.



Si aucune dépression n'est palpable, contrôler l'excitation de la vanne de commande avec un multimètre. Si celle-ci est conforme, il faut en déduire que la vanne de commande est défectueuse.



Le fonctionnement de la vanne combinée peut être contrôlé à l'aide d'une pompe à vide. Débrancher pour cela la conduite de vide sur la vanne combinée et raccorder la pompe à vide à la vanne.



Desserrer maintenant le raccord de tuyau entre la pompe à air secondaire et la vanne combinée, côté pompe. Injecter une légère pression dans la conduite (ne pas utiliser d'air comprimé). La vanne combinée doit être fermée. Soumettre la vanne combinée à une dépression et injecter à nouveau une pression dans le raccord de tuyau. La vanne combinée doit désormais être ouverte. Si la vanne combinée ne s'ouvre pas ou est ouverte en permanence, cela signifie qu'elle est défectueuse.

Pour tous les travaux de diagnostic et de contrôle, les spécifications du constructeur doivent si possible être toujours observées. D'un constructeur à un autre, il peut y avoir ici des recommandations et des méthodes d'essais spécifiques aux véhicules qui doivent être prises en compte.

Le contrôle dynamique de stabilité fait progressivement partie de l'équipement de base sur des nombreux modèles de véhicules. Comme le nombre de véhicules équipés de l'ESP croît, il va de soi que la fréquence de défauts et le besoin de réparation en atelier augmentent tout autant. Voici par conséquent quelques explications sur le fonctionnement du système, ses différents composants et les possibilités de diagnostic.

Fonction de l'ESP

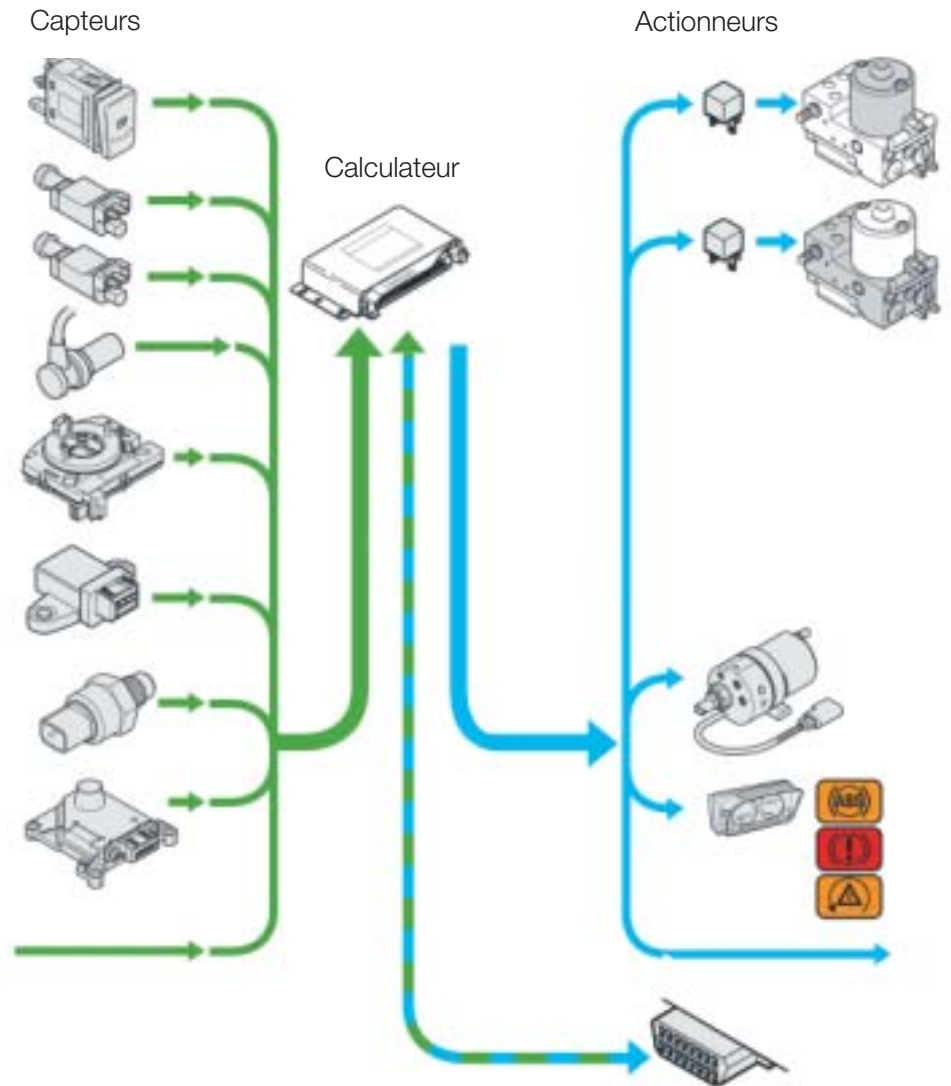
L'ESP a pour mission d'éviter tout dérapage latéral du véhicule dans les virages ou les situations critiques, par exemple des manoeuvres d'évitement. Le système intervient de façon ciblée dans le système de freinage, la gestion des fonctions du moteur et de la boîte de vitesses et maintient le véhicule "dans la trace". Il est néanmoins important que les lois de la physique soient respectées. Dès que les limites sont dépassées, même le système ESP ne peut pas empêcher une embardée du véhicule.

Fonctionnement

Que se passe-t-il lorsque l'ESP est actif ? Pour que l'ESP soit activé, il faut qu'il y ait une situation de conduite critique. Une situation critique est identifiée de la façon suivante. En fait, le système a besoin de deux informations fondamentales pour détecter une situation de conduite critique : premièrement, le souhait du conducteur, et deuxièmement, la direction dans laquelle va le véhicule. Si des différences apparaissent au regard de ces deux informations, c'est-à-dire si le véhicule ne va pas dans la direction où le conducteur braque son volant, l'ESP en déduit une situation critique. Ceci peut se manifester par un sous-virage ou un sur-virage. En cas de sous-virage du véhicule, une intervention ciblée dans le système de freinage et la gestion moteur permet de compenser la tendance au sous-virage. La roue arrière côté intérieur virage est alors freinée de façon ciblée. En revanche, s'il en résulte un sur-virage et que le véhicule tend à dérapier, une intervention de freinage ciblée sur la roue avant côté extérieur virage est alors opposée au sur-virage.

Vous trouverez ci-après des explications sur les capteurs et actionneurs du système. Il est à noter qu'il existe des différences dans certaines fonctions ou dans la constitution selon les constructeurs. Nous nous limiterons ici à un système, en l'occurrence celui monté par exemple sur la Passat de VW, année-modèle 97.

Constitution du système ESP



Le calculateur

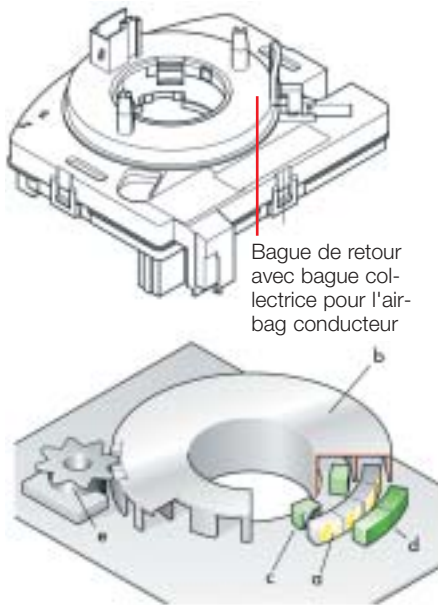


Dans ce système, le calculateur ESP n'est pas relié à l'unité hydraulique. Il est monté dans l'espace-pieds avant droit, sur le tablier. Le calculateur est constitué par un ordinateur puissant. Pour garantir une sécurité maximum, le système est composé de deux ordinateurs avec une alimentation et une interface de diagnostic propres, qui utilisent le même logiciel. Toutes les informations sont traitées parallèlement et les ordinateurs se surveillent mutuellement. Le calculateur est également responsable de la régulation de l'ABS/ASR et de l'EDS. Tous les systèmes sont réunis dans un calculateur.

Le capteur d'angle de volant

Le capteur d'angle de volant détermine l'angle du braquage et transmet l'information au calculateur. Il est monté sur la colonne de direction. Comment fonctionne le capteur d'angle de volant ? Il travaille selon le principe d'une barrière optique. Un disque de codage avec deux bagues en forme de masque perforé, un encodeur absolu et un encodeur incrémentiel, est traversé par une source lumineuse qui se trouve entre les deux bagues. Deux capteurs optiques sont disposés de part et d'autre de la source lumineuse.

Le contrôle dynamique de stabilité (ESP)



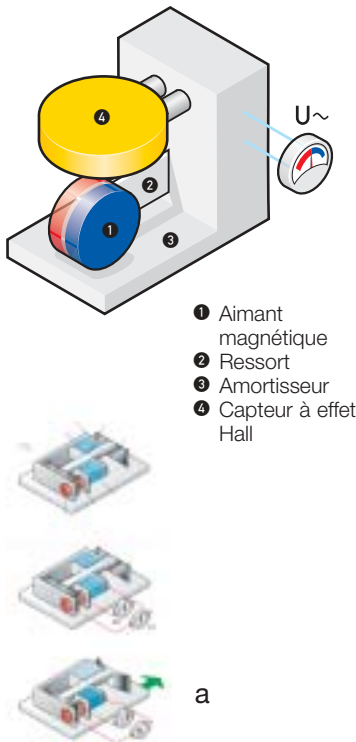
Bague de retour avec bague collectrice pour l'airbag conducteur

Lorsque le volant est tourné et que de la lumière atteint les capteurs optiques en passant par les ouvertures des masques perforés, une tension est générée dans ces derniers. Du fait de la forme différente des masques perforés, des tensions différentes apparaissent. Du côté de l'encodeur incrémental, on obtient un signal régulier tandis que du côté de l'encodeur absolu, on observe un signal irrégulier. En comparant les deux signaux, le calculateur peut déterminer à quel angle le volant a été tourné. Le capteur d'angle de volant dispose en outre d'un compteur qui compte le nombre de tours complets du volant. Ceci est nécessaire étant donné qu'en règle générale, les capteurs d'angle n'enregistrent que des angles allant jusqu'à 360° alors que le volant peut être tourné de +/- 720° (quatre tours complets). Sur la face inférieure du capteur d'angle de volant se trouve la bague de rappel, avec la bague collectrice, pour l'airbag.

Source lumineuse (a),
Disque de codage (b),
Capteurs optiques(c+d) et compteur (e) de tours complets.

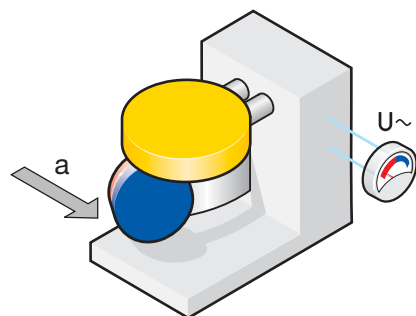
Le capteur d'accélération transversale

Le capteur d'accélération transversale a pour mission de relever quelles forces latérales apparaissent et tentent de sortir le véhicule "de sa trace". Il est toujours monté le plus près possible du centre de gravité du véhicule.

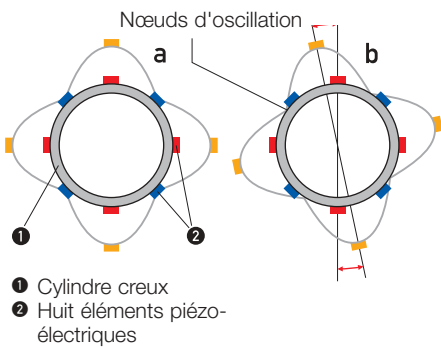


- 1 Aimant magnétique
- 2 Ressort
- 3 Amortisseur
- 4 Capteur à effet Hall

Comment fonctionne le capteur d'accélération transversale ? Le capteur d'accélération transversale est composé d'un aimant permanent, d'un capteur à effet Hall, d'une plaquette d'amortissement et d'un ressort. L'amortisseur, le ressort et l'aimant permanent forment ensemble un système magnétique. L'aimant permanent, qui est rattaché au ressort, peut osciller librement sur l'amortisseur. Si une accélération transversale agit sur le véhicule, l'amortisseur glisse au-dessous de l'aimant permanent qui, du fait de son inertie, ne prend part à ce mouvement que plus tard. Le mouvement génère dans l'amortisseur des courants de Foucault qui établissent un champ inverse au champ magnétique de l'aimant permanent. L'atténuation du champ magnétique global en résultant provoque une modification de la tension de Hall. L'intensité de la modification de la tension est proportionnelle à l'intensité de l'accélération transversale. Cela signifie que, plus le mouvement entre l'aimant permanent et l'amortisseur est intense, plus l'atténuation du champ magnétique global est importante et plus la tension de Hall est modifiée. Dès lors qu'aucune accélération transversale n'agit, la tension de Hall reste constante.



Le capteur de taux de lacet (capteur de vitesse de lacet)

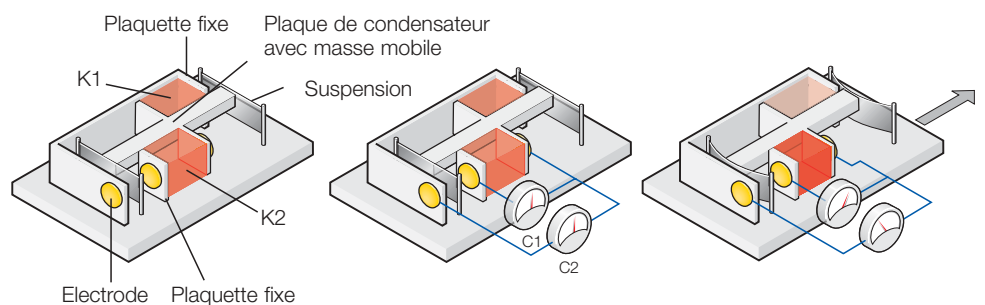


Le capteur de taux de lacet a pour fonction de relever si le véhicule tend à pivoter autour de son axe vertical (dérapage). Il est également monté le plus près possible du centre de gravité du véhicule. Le capteur de taux de lacet est constitué par un cylindre creux sur lequel sont disposés 8 éléments piézoélectriques. Quatre de ces éléments déplacent le cylindre creux dans une oscillation de résonance. Les quatre autres éléments enregistrent si les noeuds d'oscillation, sur lesquels ils sont placés, changent. Si un couple de rotation agit sur le cylindre creux, les noeuds d'oscillation se déplacent. Le déplacement est enregistré par les éléments piézoélectriques et transmis au calculateur. Celui-ci calcule alors le taux de lacet.

Le capteur combiné pour l'accélération transversale et le taux de lacet



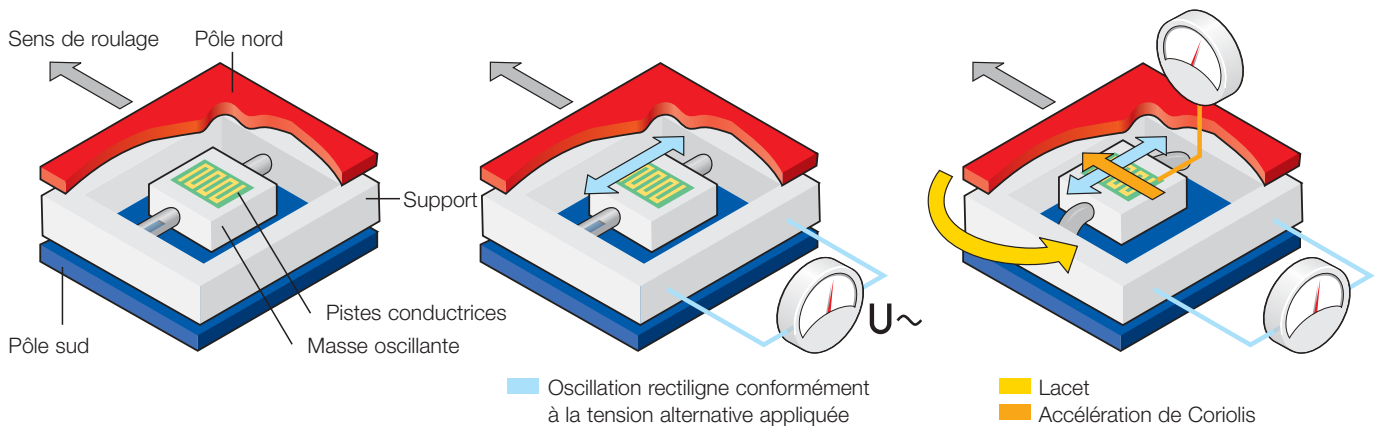
Dans les systèmes récents, ces deux capteurs sont rassemblés dans un même boîtier. Ils sont montés sur une carte à circuit imprimé et travaillent selon le principe micromécanique. Il en résulte certains avantages, comme un encombrement moindre et une orientation plus précise des deux capteurs l'un par rapport à l'autre. Ce capteur combiné se distingue également des autres capteurs de par sa constitution. Ainsi, le capteur d'accélération transversale est conçu de la façon suivante : Une plaque de condensateur, dotée d'une masse mobile, est accrochée de telle sorte qu'elle peut osciller. Cette plaque mobile est bordée par deux plaques de condensateur fixes. Il en résulte donc deux condensateurs (K1) et (K2) montés en cascade. Grâce à des électrodes, il est alors possible de mesurer le volume de charge (capacité C1 et C2) que les deux condensateurs peuvent absorber. A l'état de repos, les volumes de charge mesurés sont les mêmes sur les deux condensateurs. Lorsqu'une accélération transversale agit sur le capteur, la plaque mobile se déplace – par inertie – dans le sens opposé au sens d'accélération. Ce déplacement modifie l'écart entre les plaques et, par conséquent, le volume de charge des condensateurs. Cette modification du volume de charge constitue la grandeur de mesure pour le calculateur.



Le capteur de taux de lacet est disposé sur la même carte que le capteur d'accélération transversale, mais en est séparé dans l'espace. Il est conçu de la façon suivante : une masse à l'aptitude oscillatoire, sur laquelle sont disposées des pistes conductrices, est placée dans un support dans un champ magnétique constant entre un pôle nord et un pôle sud. Si l'on applique une tension alternative, la masse oscillante (et les pistes conductrices) commence à osciller de façon rectiligne par rapport à la tension alternative appliquée. S'il se produit un mouvement de rotation, le mouvement de va-et-vient régulier est modifié par l'inertie de la masse oscillante. Cette modification du mouvement de la masse dans le champ magnétique change également le comportement électrique de pistes conductrices.

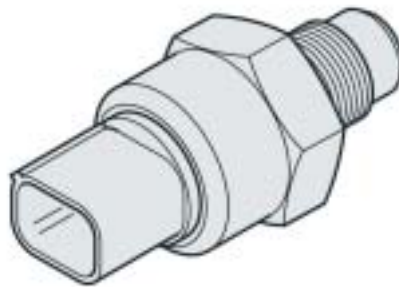
Le contrôle dynamique de stabilité (ESP)

Ce changement électrique correspond au degré du mouvement de rotation. Pour garantir une sécurité maximale, cette structure existe en double.



Le capteur de pression de freinage

Le capteur de pression de freinage est monté dans la pompe hydraulique de l'ESP. Il a pour fonction d'enregistrer la pression de freinage en cours dans le circuit de freinage pour le calculateur. A partir des valeurs du capteur de pression de freinage, le calculateur détermine les forces de freinage de roue qui sont ensuite prises en compte dans les calculs. Le capteur de pression de freinage est constitué par un élément piézoélectrique, sur lequel agit la pression du liquide de frein, et une électronique d'analyse. Un changement de pression modifie la répartition de charge dans l'élément piézoélectrique. Si l'élément est sans pression, les charges sont réparties de façon homogène. Lorsque la pression augmente, les charges sont déplacées et il en résulte une tension. Plus la tension augmente, plus les charges sont séparées. La tension continue alors de croître. L'électronique d'analyse amplifie la tension et l'envoie au calculateur.



Le commutateur marche-arrêt du système ESP

Dans certaines situations, il est judicieux de désactiver le système ESP, par exemple sur un banc d'essai de puissance ou en cas de conduite avec des chaînes à neige. Pour ce faire, un commutateur marche-arrêt est prévu. Si le système est désactivé avec le commutateur et qu'il n'est pas réactivé, il se réactive automatiquement après un nouveau démarrage du moteur. Si le système ESP n'est pas actif, il ne peut pas être coupé. Il ne peut pas non plus l'être lorsqu'une certaine vitesse est dépassée.

La pompe hydraulique



La pompe hydraulique permet de générer la pression d'alimentation nécessaire côté aspiration de la pompe de retour du système ABS. La pompe de retour n'est pas en mesure d'établir la pression d'alimentation nécessaire lorsque la pédale de frein n'est pas actionnée et qu'aucune pression ne règne dans le système.

L'unité hydraulique



Dans l'unité hydraulique se trouvent les vannes de commande des différents freins de roue, qui sont nécessaires à la commande de la pression de freinage. Ces vannes permettent de régler, dans l'unité hydraulique, les trois états de pression nécessaires à la régulation : établissement de pression, maintien de pression et baisse de pression.

Les capteurs de vitesse de roue



Les capteurs de vitesse de roue enregistrent la vitesse de rotation des différentes roues. A partir de ces informations, le calculateur détermine la vitesse périphérique des roues.

Le contacteur de pédale de frein et le contacteur de feux de stop



Le contacteur de pédale de frein enregistre la position de la pédale de frein. Grâce à lui, le calculateur sait si la pédale de frein est actionnée ou non. Le contacteur de feux de stop est responsable du pilotage des feux de stop.

Le contrôle dynamique de stabilité (ESP)

Les témoins



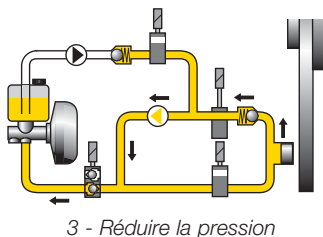
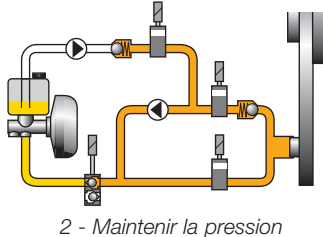
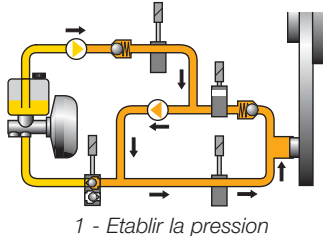
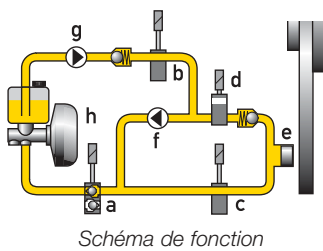
Informations complémentaires

Dans le tableau de bord se trouvent trois témoins qui sont d'importance pour le système ESP : les témoins de l'ABS, du circuit de freinage et de l'ESP/ASR. Ces témoins permettent de signaler un défaut ou la défaillance d'un des systèmes. Comme tous les systèmes sont dépendants les uns des autres, des défauts ou la défaillance d'un système peut engendrer des problèmes dans un autre système.

Le calculateur ESP est également relié au calculateur moteur et au calculateur de boîte de vitesses (uniquement automatique), ainsi qu'à l'éventuel calculateur de navigation. Des informations sur les états de fonctionnement des différents organes sont échangées. Dans le cas d'une régulation par le système ESP, il y a également une intervention dans la gestion des fonctions du moteur et de la boîte de vitesses.

Que se passe-t-il lors d'une régulation ESP ?

Lors d'une intervention du système ESP, les événements se déroulent de la façon suivante : le calculateur détecte, sur la base des valeurs transmises par les capteurs, une situation de roulage critique. Le processus d'établissement de pression pour le ou les circuit(s) de freinage nécessaire(s) commence dans l'unité hydraulique. La pompe hydraulique commence à refouler le liquide de freinage du réservoir dans le circuit de freinage. La pression de freinage est désormais très rapidement à disposition sur les cylindres de frein de roue et la pompe de retour. La pompe de retour commence également à refouler, afin d'augmenter encore la pression de freinage. Lorsqu'une pression de freinage suffisante est établie, elle est maintenue à un niveau constant. La soupape d'admission est fermée et la pompe de retour cesse de refouler. Comme la soupape d'échappement est également fermée, la pression reste constante. Si plus aucune pression de freinage n'est requise, la soupape d'échappement s'ouvre, de même que la vanne de commande. Le liquide de frein peut alors refluer dans le réservoir par le maître-cylindre de frein. Comme la soupape d'admission reste fermée, aucun nouveau liquide de frein ne peut continuer à couler et la pression de freinage est réduite.



- ◀ Vanne de commande (a)
- Vanne de commande haute pression (b)
- Soupape d'admission (c)
- Soupape d'échappement (d)
- Cylindre de frein de roue (e)
- Pompe de retour (f)
- Pompe hydraulique pour la dynamique de mouvement du véhicule (g)
- Frein assisté (h)

Quels défauts surviennent dans le système ESP ?

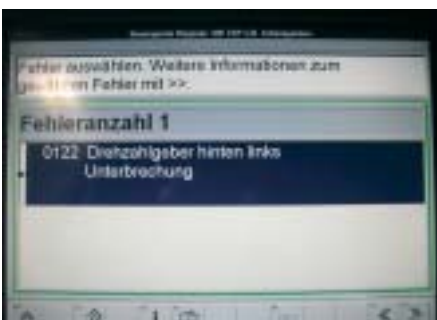
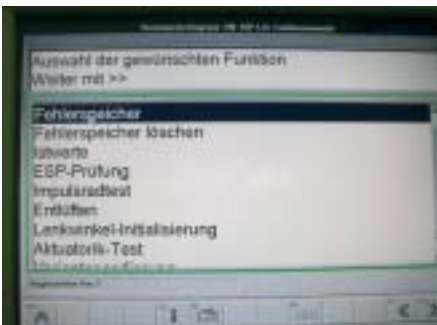
Outre tous les problèmes mécaniques et les fuites, des défaillances surviennent également dans l'électronique. Celles-ci peuvent concerner les capteurs, les vannes de commande ou le calculateur. Les défauts les plus fréquents sont liés aux capteurs de vitesse de roue et au capteur d'angle de volant. Il est important de noter qu'un alignement déréglé des roues peut par exemple également conduire à des défauts dans le système.

Le diagnostic

Une défaillance du système ESP est signalée par l'allumage permanent du témoin. Avant de commencer un diagnostic coûteux, il convient dans tous les cas de procéder à un contrôle visuel. L'éventuelle présence de fuites et d'endommagements sur les composants doit alors être tout particulièrement observée. Si aucune anomalie n'est constatée lors du contrôle visuel, l'utilisation d'un appareil de diagnostic s'impose alors. Le système ESP dispose d'un autodiagnostic. Cela signifie qu'il détecte les non-conformités comme les circuits ouverts, les courts-circuits à la masse ou au plus, ou les défauts dans les capteurs. Tous ces défauts peuvent être enregistrés et lus dans la mémoire des défauts du calculateur. Les composants suivants sont enregistrés par l'autodiagnostic : le calculateur, le capteur d'accélération transversale, le capteur de taux de lacet, le capteur de pression de freinage, les vannes de commande et haute pression dans l'unité hydraulique et la pompe hydraulique. Les défauts dans le commutateur marche-arrêt ne sont pas enregistrés par l'autodiagnostic.

Les contrôles avec l'appareil de diagnostic

Le système ESP peut être diagnostiqué avec un appareil de diagnostic approprié. Selon l'appareil, une multitude de possibilités de contrôle s'offrent ici à l'utilisateur, jusqu'au contrôle de système spécialement défini.

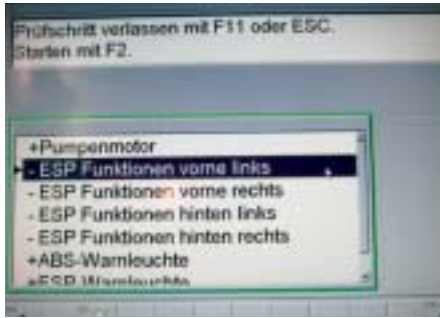


La première étape consiste à lire la mémoire des défauts. Les défauts apparus y sont enregistrés et donnent une première indication sur la cause de défaillance possible. Le défaut enregistré peut directement renvoyer à un composant défectueux (photo mémoire des défauts 2) ou à un court-circuit / une rupture de câble. Les travaux de réparation peuvent ainsi être réalisés de façon ciblée.

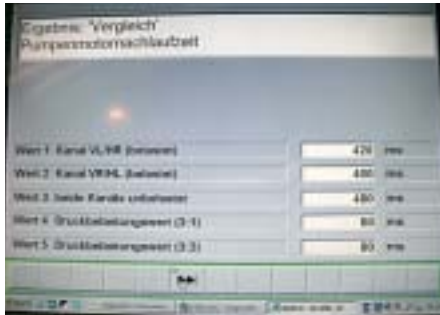


Si aucun défaut n'est enregistré dans la mémoire, des paramètres peuvent être consultés et évalués de façon ciblée à l'aide de l'interrogation des valeurs réelles. Pour évaluer les valeurs réelles affichées, il convient d'avoir les documents techniques avec les valeurs théoriques nécessaires si celles-ci ne sont pas enregistrées dans l'appareil de diagnostic. Les défauts qui sont enregistrés dans la mémoire sont également affichés pendant l'interrogation des valeurs réelles. Une autre possibilité de contrôle est le test des actionneurs (actuateurs). Lors de ce test, différents composants peuvent être pilotés par l'appareil de diagnostic et leur fonctionnement peut ainsi être contrôlé.

Le contrôle dynamique de stabilité (ESP)



Les contrôles de système spécialement définis permettent d'effectuer un contrôle guidé des différents composants.



L'appareil de diagnostic fixe les différentes étapes de contrôle et indique les résultats de la même façon que l'interrogation des valeurs réelles. Là aussi, des évaluations de l'état des composants peuvent de nouveau être réalisées.

Sans un appareil de diagnostic adapté, un diagnostic pertinent est difficilement possible. La mémoire des défauts ne peut pas être consultée et être effacée après une réparation éventuellement réussie. C'est la raison pour laquelle un appareil de diagnostic approprié est nécessaire. Il est néanmoins possible de contrôler certains composants par exemple avec le multimètre ou l'oscilloscope. Pour cela, des documents techniques sont évidemment nécessaires, comme les schémas électriques et les valeurs théoriques.

Le contrôle des capteurs de vitesse de roue



Contrôle à l'aide du multimètre

Mesure de la résistance : déconnecter le capteur et mesurer la résistance interne sur les deux broches de connexion à l'aide d'un ohmmètre.

Attention : ne réaliser cette mesure que si l'on est sûr qu'il s'agit bien d'un capteur inductif. Un capteur à effet Hall serait endommagé avec une mesure de la résistance. La valeur de résistance doit être située entre 800 et 1200 Ohm (respecter les valeurs de consigne). Si la valeur est de 0 Ohm, un court-circuit a eu lieu et si la résistance est infinie, une coupure s'est produite. La valeur de résistance obtenue lors d'un contrôle de court-circuit à la masse (entre chaque broche de connexion et la masse du véhicule) doit être infinie. Contrôle de la tension : brancher le multimètre sur les deux broches de connexion. La plage de mesure du multimètre doit être réglée sur la tension alternative. Lorsque la roue est tournée manuellement, le capteur génère une tension alternative de 200 mV environ.

Le contrôle à l'aide de l'oscilloscope



Avec un oscilloscope, il est possible de représenter clairement sous forme graphique le signal généré par le capteur. Pour cela, raccorder le câble de mesure de l'oscilloscope à la ligne de transmission de signaux du capteur et le câble de masse à un point de masse approprié. L'oscilloscope doit être réglé à 200 mV et 50 ms. Lorsque la roue tourne, un signal sinusoïdal apparaît sur l'oscilloscope si le capteur est intact. La fréquence et la tension émise varient suivant la vitesse de la roue.

Le contrôle des capteurs actifs

Pour le contrôle des capteurs actifs, il est recommandé d'utiliser un appareil de contrôle spécialement prévu à cet effet. Les capteurs actifs ont besoin, pour leur fonctionnement, d'une alimentation en tension et ne peuvent donc pas être contrôlés à l'état débranché. L'appareil de contrôle permet de relever le courant de sortie, le nombre de pôles nord / sud sur la roue de l'encodeur, un entrefer trop grand ou trop petit et un court-circuit à la masse et au plus.

Le contrôle de l'alimentation en tension du calculateur

Il est important que la tension de la batterie soit être correcte, afin de pouvoir détecter toute chute de tension éventuelle au niveau des câbles / connecteurs pendant la mesure.

La mesure de la tension d'alimentation et de mise à la masse du calculateur

Débrancher le connecteur du calculateur. Consulter l'affectation des voies sur le schéma électrique et relier le câble de mesure rouge du multimètre à la voie correspondante et le câble de mesure noir à un point de masse quelconque sur le véhicule. Veiller à ce que le point de masse soit propre et que le câble de mesure soit bien en contact. Lors du raccordement au connecteur du calculateur, procéder avec un maximum de précaution afin d'éviter l'endommagement des contacts enfichables. Mesurer la tension pour vérifier que la batterie est bien sous tension.

Le contrôle de la mise à la masse du calculateur en mesurant la résistance.

Repérer à nouveau sur le schéma les voies reliées à la masse et brancher le câble de mesure du multimètre. Relier le deuxième câble de mesure au point de masse du véhicule. La résistance ne doit pas dépasser 0,1 Ohm environ (valeur approximative pouvant varier selon la section de câble et la longueur).

A quoi faut-il prêter attention lors du remplacement des composants ?

S'il s'avère nécessaire de remplacer le capteur d'angle de volant ou le calculateur, il faut ensuite effectuer un réglage de base. Mais même pendant le montage du capteur d'angle de volant, il faut veiller à ce que les roues avant et le volant soient en position "tout droit" et à ce que le nouveau capteur se trouve en position centrale. En cas de remplacement du capteur combiné pour l'accélération transversale et le taux de lacet, ou des différents capteurs, il faut procéder avec un maximum de précaution. Ces capteurs sont en effet très sensibles. Ils ne peuvent être montés que dans la position spécifiée. Dans leur position de montage, il ne doit en aucun cas se produire de déformation ou de compression forcée à l'aide des vis de fixation. Tout changement du sens de montage est également proscrit.

Restez branché !

*Hella DDS, la combinaison
idéale du diagnostic
et de la réparation !*

Hella DDS 100



Hella DDS 200



Hella DDS 200



**Base de données techniques
+ Outil de diagnostic Hella
pour une couverture de 38 marques
et 33 000 modèles !**

Le Système de Données et de Diagnostic – Hella DDS :

Bien plus qu'une simple base de données techniques, un logiciel ou un outil de diagnostic, Hella DDS, c'est la combinaison idéale au service d'une solution optimale de diagnostic, d'entretien et de réparation !

Les systèmes de données et de diagnostic Hella DDS 100 et Hella DDS 200 vous offrent aussi :

- Un lien direct entre les données techniques et le diagnostic des calculateurs
- Une solution 2 en 1 permettant un gain de temps important



- Un fonctionnement combiné ou indépendant selon les besoins
- Compact, Expert ou Premium, une base de données offrant 3 versions distinctes pour une prestation taillée sur mesure pour chaque garage
- Des solutions de mise en service et de mise à jour transparentes
- Des conditions d'engagement souples
- Un concept novateur, pratique et intuitif
- Des perspectives d'avenir pour l'activité des garages

Optimisez votre temps de travail, développez votre chiffre d'affaires, offrez-vous la solution Hella DDS !

Hella S.A.S.

B.P. 7
93151 Le Blanc Mesnil Cedex
Téléphone: 01 49 39 59 59
Télécopie: 01 48 67 40 52
E-Mail: infofrance@hella.com
Internet: www.hella.fr



**Des innovations pour
l'automobile de demain**