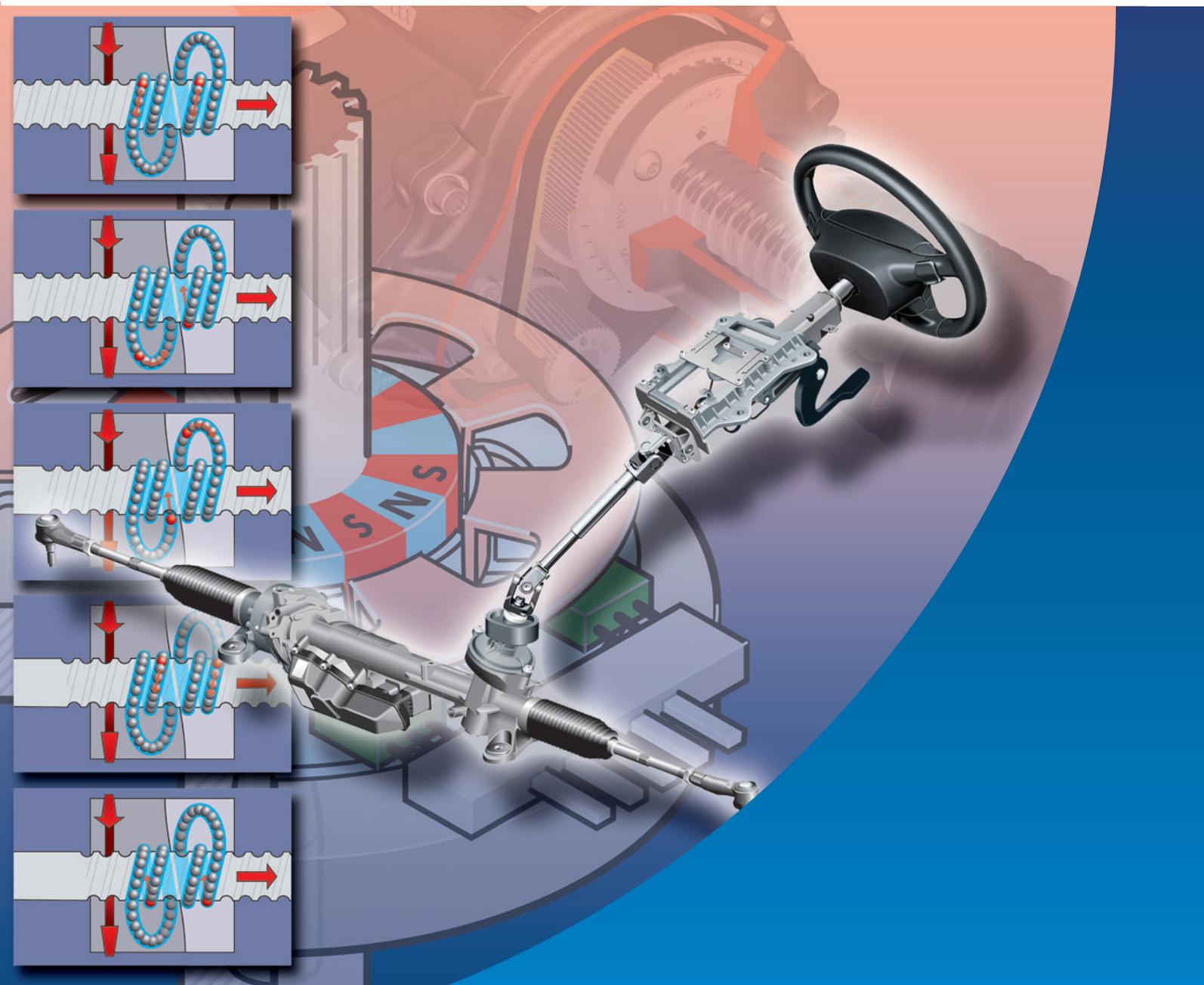




Programme autodidactique 399

La direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu

Conception et fonctionnement

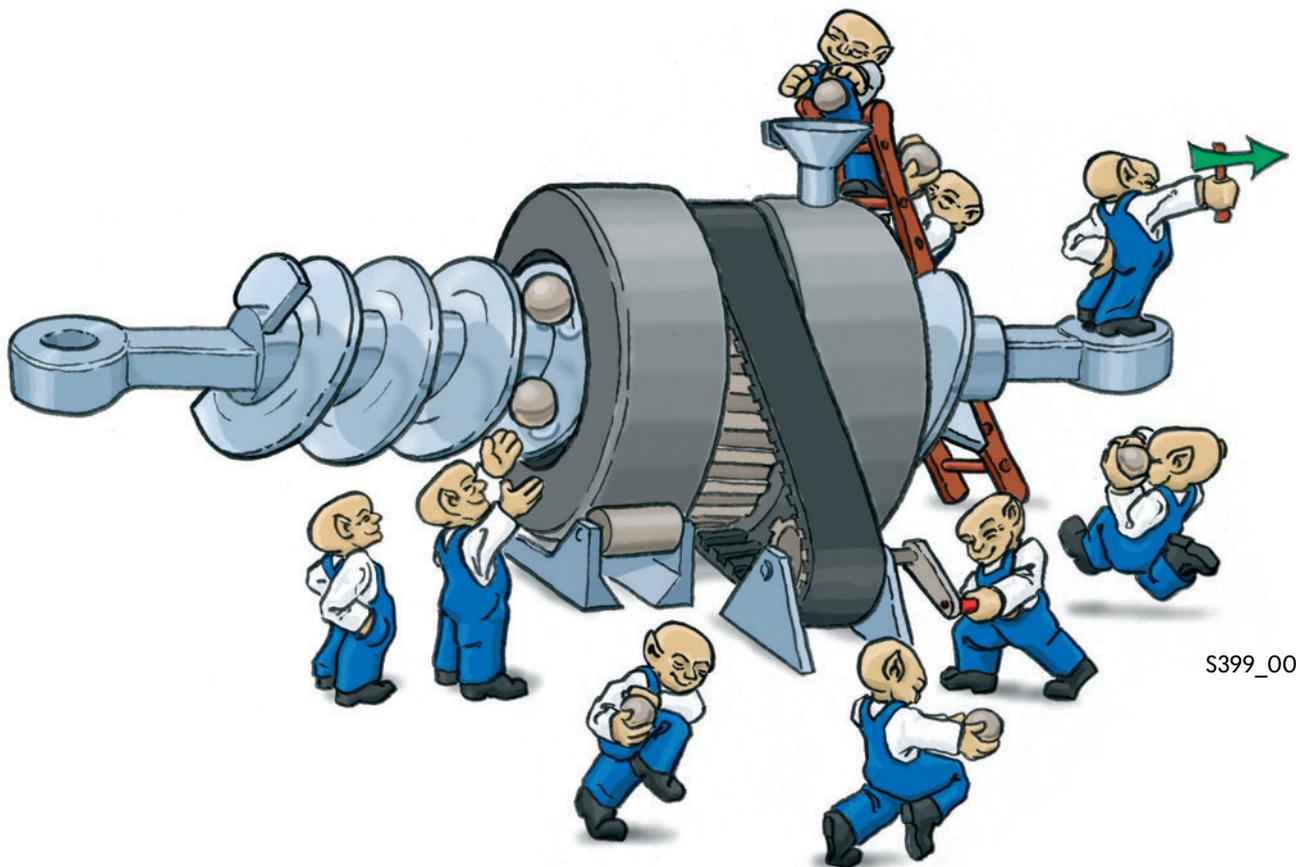


La direction assistée électromécanique présente de nombreux avantages par rapport à une direction hydraulique. Elle assiste le conducteur et le déleste à la fois physiquement et psychologiquement. Son fonctionnement est asservi aux besoins, ce qui revient à dire qu'elle n'intervient que lorsque le conducteur souhaite une assistance de direction. L'assistance de direction dépend de la vitesse du véhicule, du couple de braquage et de l'angle de braquage.

La direction assistée à entraînement parallèle à l'essieu s'inscrit dans la dernière génération de directions électromécaniques. Cette direction allie des composants éprouvés comme inédits. Elle n'est actuellement montée que sur les véhicules à direction à gauche.

La direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu a été mise au point par l'équipe de développement de l'usine VW de Brunswick, où elle est également produite.

Le présent programme autodidactique se propose de vous familiariser avec le fonctionnement de cette direction assistée électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu.



S399_001

NOUVEAU

**Attention
Nota**



Le programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement de nouveaux développements ! Il n'est pas remis à jour.

Pour les instructions de contrôle, de réglage et de réparation, prière de vous reporter aux ouvrages SAV correspondants.



Introduction	4
Synoptique du système	8
Fonctionnement	9
Direction - partie mécanique	19
Direction - partie électrique	22
Schéma fonctionnel	35
Service	36
Contrôle des connaissances	38



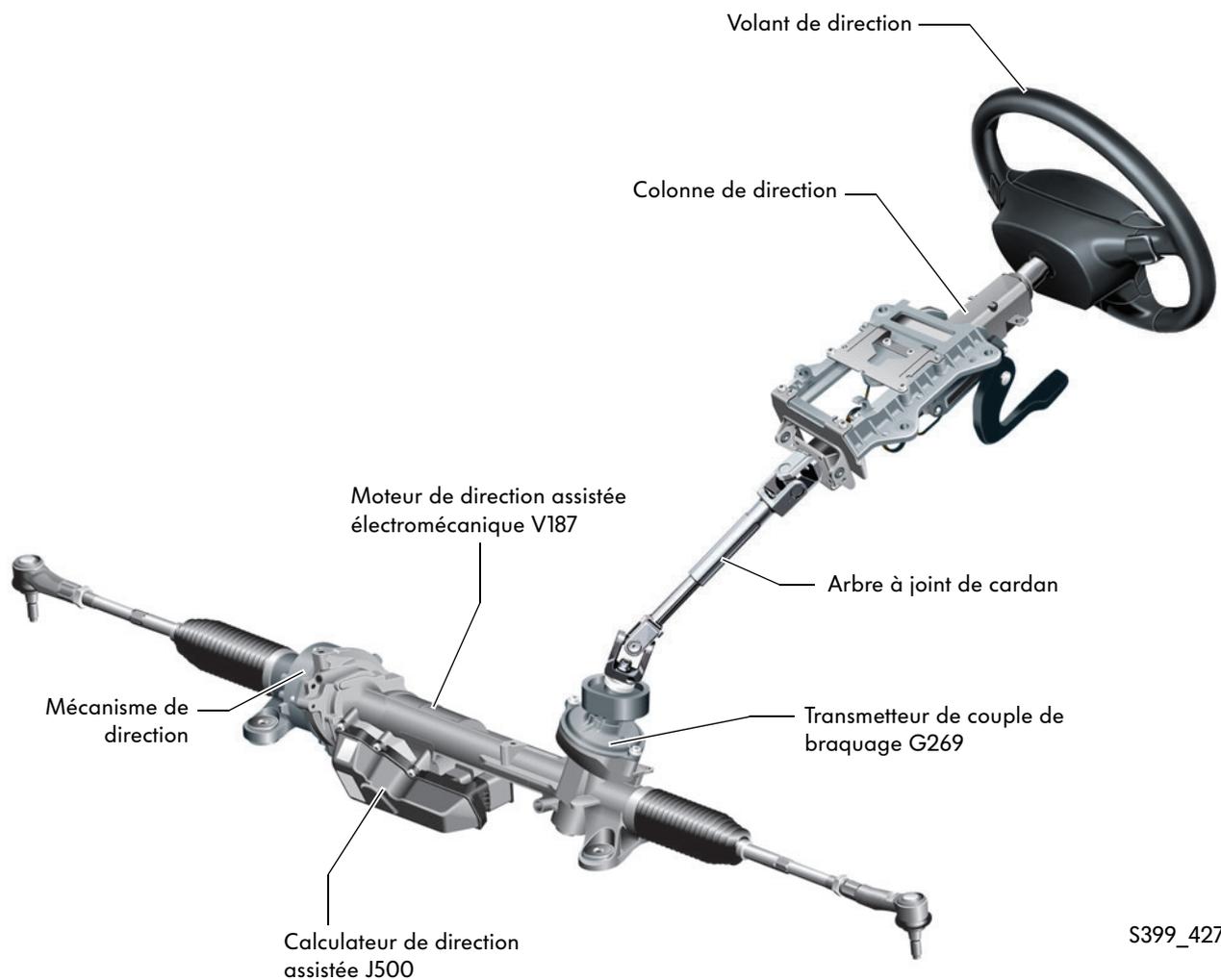
Introduction



Vue d'ensemble de la direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu

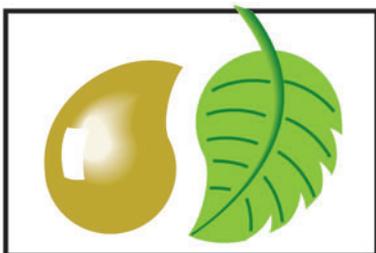
La direction se compose de :

- volant de direction
- commodo avec capteur d'angle de braquage G85
- colonne de direction
- transmetteur de couple de braquage G269
- mécanisme de direction (mécanisme à écrou à circulation de billes)
- moteur de direction assistée électromécanique V187 (moteur synchrone)
- calculateur d'assistance de direction J500
- arbre à joint de cardan



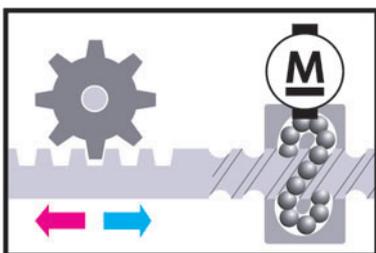
S399_427

Ce qu'il vous faut savoir sur la direction assistée électromécanique :



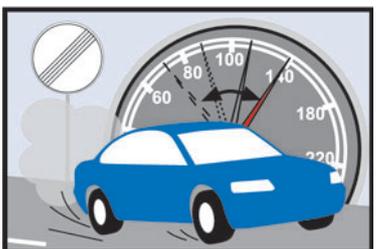
S399_106

La direction assistée électromécanique assure l'assistance de direction sans avoir recours à un système hydraulique. En raison de la suppression de l'huile hydraulique, la direction contribue à la protection de l'environnement.



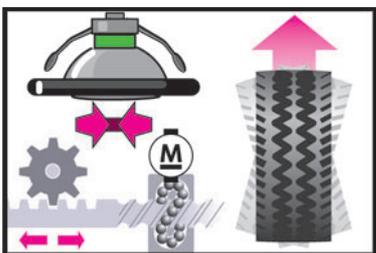
S399_108

La direction assistée électromécanique est une direction à entraînement parallèle à l'essieu. Elle est équipée d'un mécanisme de direction nouvellement mis au point, faisant appel à un écrou à billes entraîné par une courroie, qui assure l'assistance de direction.



S399_110

Le moteur électrique est piloté en fonction des besoins en vue de l'assistance de direction. Le système propose au conducteur une assistance de direction asservie aux conditions routières (Servotronic).



S399_111

La direction assistée électromécanique est ramenée en position ligne droite à l'aide de la fonction « retour actif ». Cette fonction assure un retour agréable du volant en sortie de virage ainsi qu'une stabilité directionnelle optimisée.



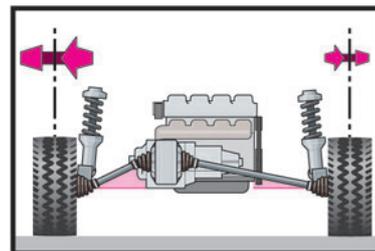
S399_112

Dans le cas de la correction de la trajectoire en ligne droite, il y a génération d'une assistance de direction en cas de vent latéral permanent ou de chaussée inclinée, en vue de délester le conducteur en marche en ligne droite.

Introduction

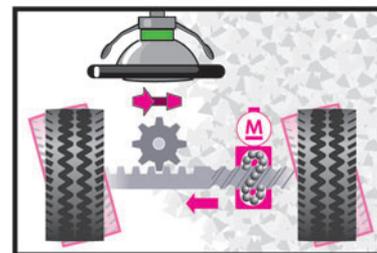


En raison des différentes longueurs des arbres des roues avant gauche et droite dans le cas de la traction avant et du moteur monté transversalement, il n'est pas rare que le véhicule « tire de côté » lors de l'accélération. La compensation du « tirage latéral » le détecte et le compense par un contre-braquage.



S399_442

Dans le cas de l'assistance de contre-braquage, la direction assistée met à disposition des forces de braquage dans le sens requis, en vue d'aider le conducteur lors du contre-braquage (par ex. lors du freinage sur des chaussées présentant des différences d'adhérence ou de manoeuvres de conduite dynamiques latérales).



S399_418

Avantages de la direction assistée électromécanique

Le principal avantage d'une direction assistée électromécanique par rapport aux systèmes de direction hydraulique tient à la suppression du système hydraulique.

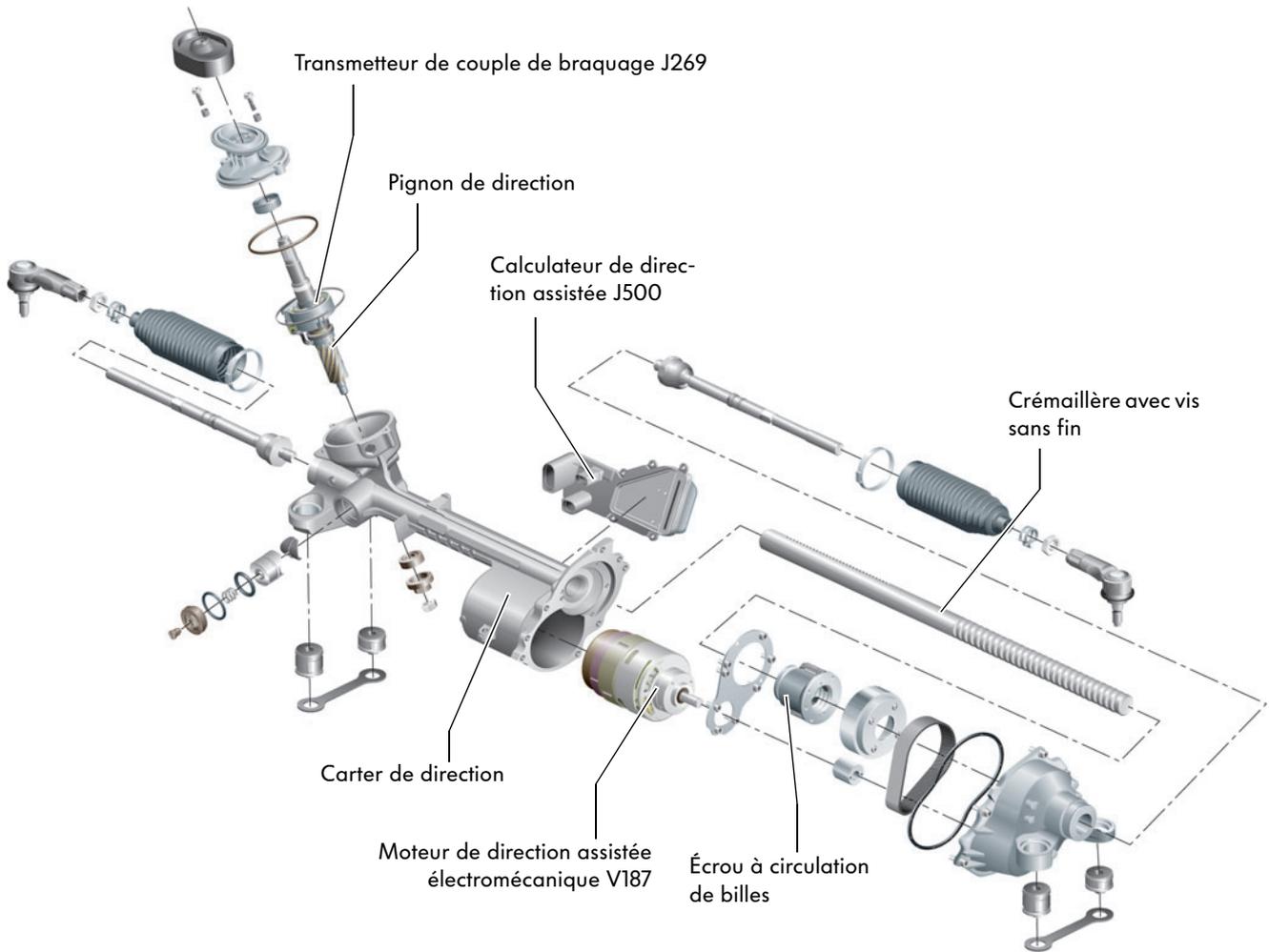
Les composants assurant l'assistance de la direction sont implantés et agissent directement au niveau du mécanisme de direction.

Ce type de direction permet en outre de réaliser des économies d'énergie conséquentes. Contrairement à la direction hydraulique, qui exige un débit volumique permanent, la direction assistée électromécanique ne consomme de l'énergie que lors de son actionnement. Cette consommation asservie aux besoins permet de réduire la consommation de carburant.

La direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu et mécanisme à écrou à circulation de billes est l'une des directions les plus performantes proposées actuellement. Grâce à l'architecture spéciale de l'unité d'assistance et à son faible frottement propre, cette direction garantit une bonne sensation au volant, allant de pair avec une faible sensibilité aux chocs perçus par la direction.

Les chocs émanant de la chaussée sont entièrement filtrés en raison de la masse inerte du mécanisme à écrou à billes et du moteur électrique. Par contre, le faible frottement propre du mécanisme à écrou à billes permet au conducteur de ressentir toutes les variations au niveau de la roue, essentielles pour les sensations de conduite.

Organes de la direction assistée électromécanique



S399_100



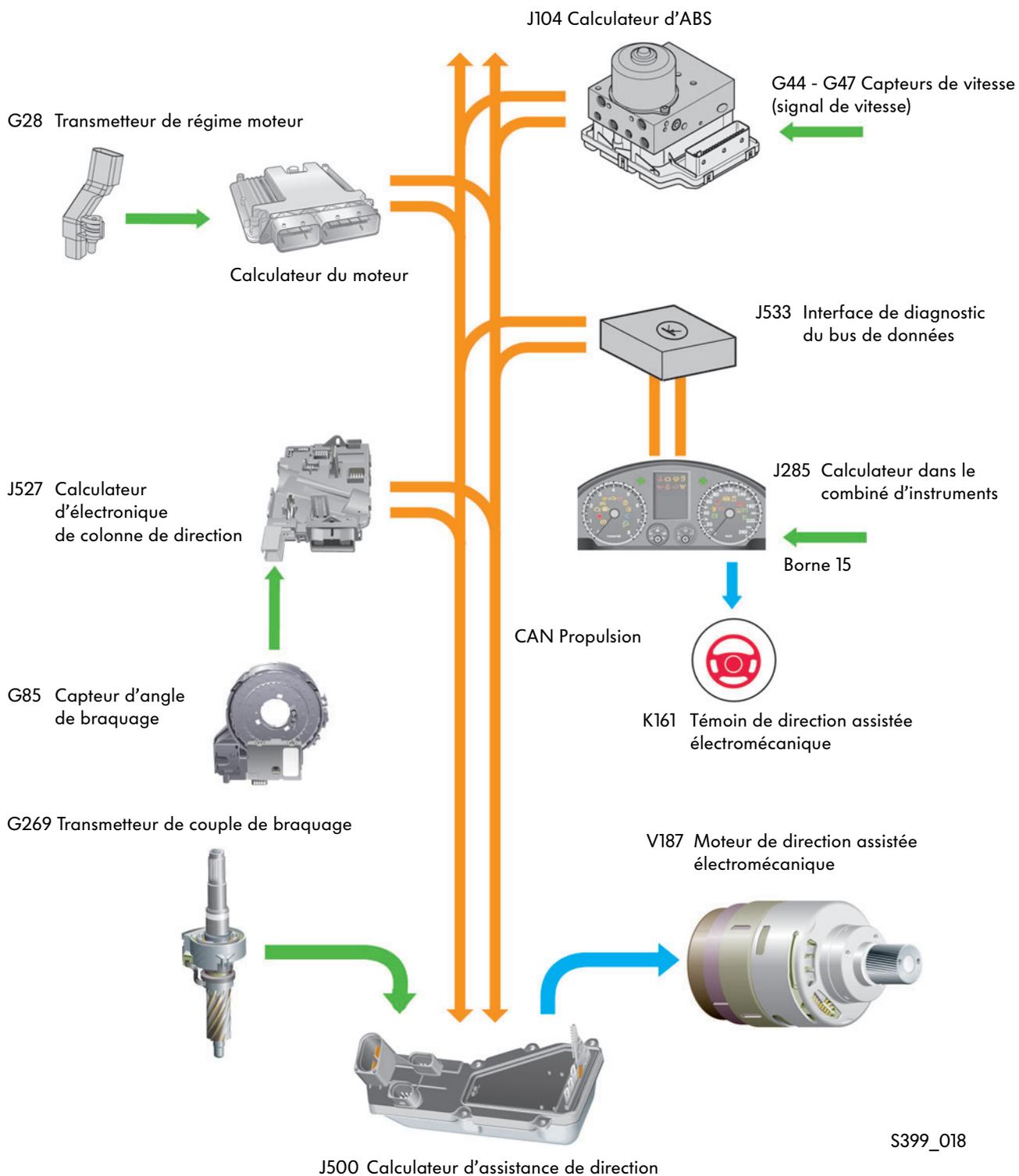
L'économie de carburant par rapport à une direction assistée hydraulique peut atteindre jusqu'à 0,2 litre aux cent kilomètres.



L'entraînement du mécanisme à écrou à circulation de billes est assuré par le moteur électrique disposé parallèlement à la crémaillère et par une courroie crantée. Comme aucun renvoi de la force et du couple d'entraînement n'est nécessaire, on parle de direction à entraînement parallèle à l'essieu.

Synoptique du système

Synoptique du système

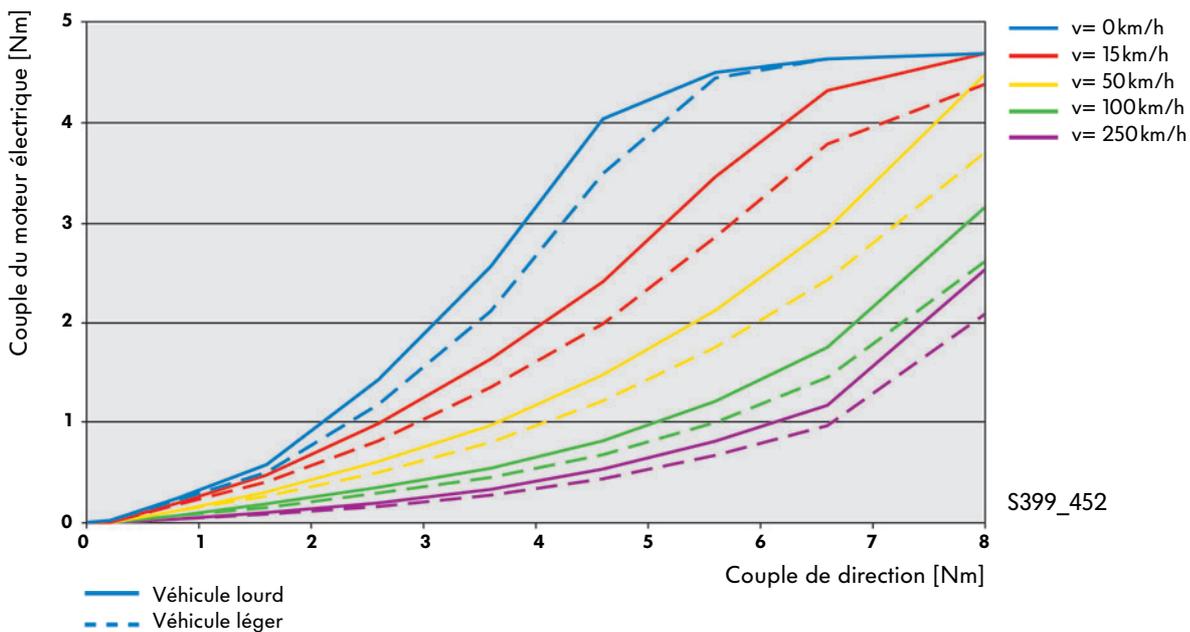


S399_018

Cartographie et courbes caractéristiques

La régulation de l'assistance de direction est assurée via une cartographie mémorisée dans la mémoire permanente du calculateur. Suivant le poids et l'équipement du véhicule, la cartographie n'est programmée d'usine dans le calculateur qu'en phase finale de production.

La cartographie peut également être programmée à l'issue d'une réparation (par exemple après remplacement de la direction) par le SAV à l'aide du système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information, via l'«assistant de dépannage» ou les «fonctions assistées» en faisant appel à un logiciel spécial. La cartographie considérée peut être enregistrée avec un numéro PR défini spécifique au véhicule, figurant sur la plaquette d'identification du véhicule, chez le réparateur agréé et/ou distributeur Volkswagen.

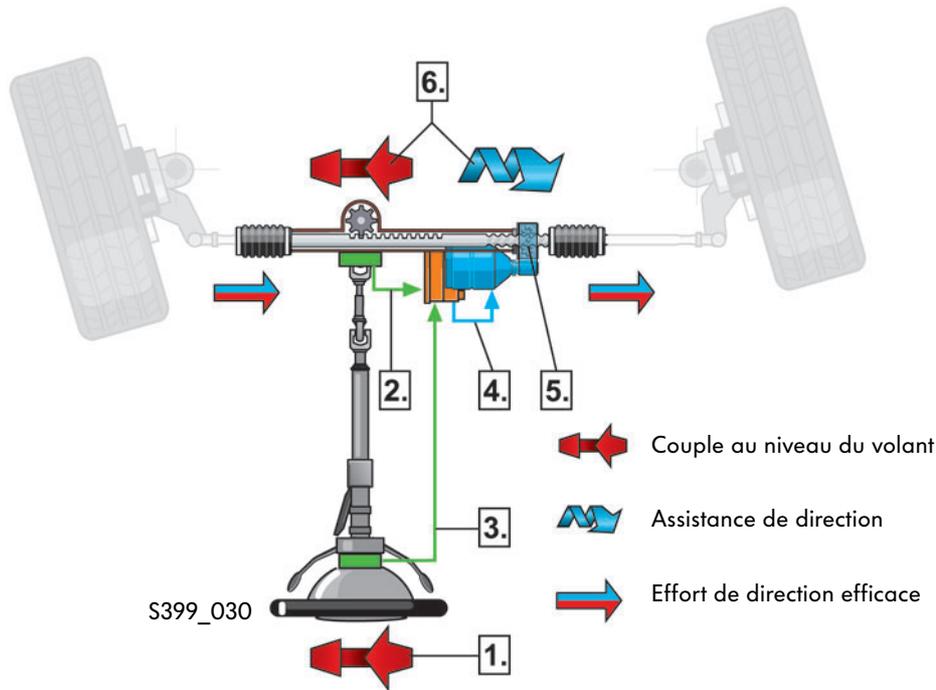


Nous avons choisi à titre d'exemples une cartographie relative à un véhicule lourd (trait plein) et une cartographie relative à un véhicule léger (pointillés) parmi les 5 cartographies disponibles pour le Tiguan.

Une cartographie comprend cinq courbes caractéristiques différentes se rapportant à différentes vitesses du véhicule (p. ex. 0 km/h, 15 km/h, 50 km/h, 100 km/h et 250 km/h). Une courbe caractéristique indique, en fonction de la vitesse du véhicule, l'assistance de direction fournie par le couple d'entraînement du moteur électrique pour le couple du volant considéré. Il est également possible de programmer une cartographie en vue d'assurer la mobilité du véhicule.

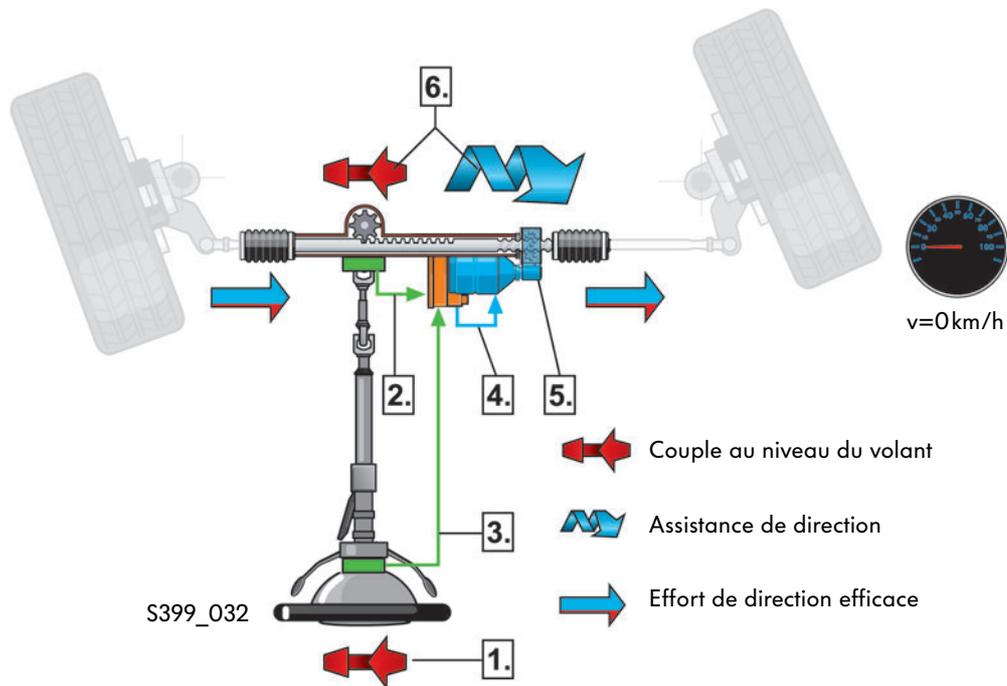
Fonctionnement

Braquage



1. L'assistance de direction débute au moment où le conducteur braque le volant.
2. Le couple appliqué au niveau du volant provoque la torsion d'une barre de torsion sur le pignon de direction. Le transmetteur de couple de braquage G269 enregistre la torsion et transmet le couple de braquage déterminé au calculateur J500.
3. Le transmetteur d'angle de braquage G85 indique l'angle de braquage momentané.
4. Le calculateur détermine, en fonction du couple de braquage, de la vitesse du véhicule, du régime-moteur du moteur à combustion et de la courbe caractéristique mémorisée dans le calculateur, l'assistance requise et pilote le moteur électrique. Les informations relatives à l'angle de braquage et à la vitesse de braquage sont utilisées pour des fonctions telles que la correction de la trajectoire en ligne droite.
5. L'assistance de direction est assurée par un écrou à circulation de billes entraîné par une courroie. L'entraînement de l'écrou à vis sans fin est réalisé par le moteur électrique, via une courroie crantée.
6. La somme des forces du couple exercé sur le volant et du couple d'assistance du moteur électrique correspond à l'effort de direction efficace exercé sur la crémaillère.

Braquage lors d'un créneau

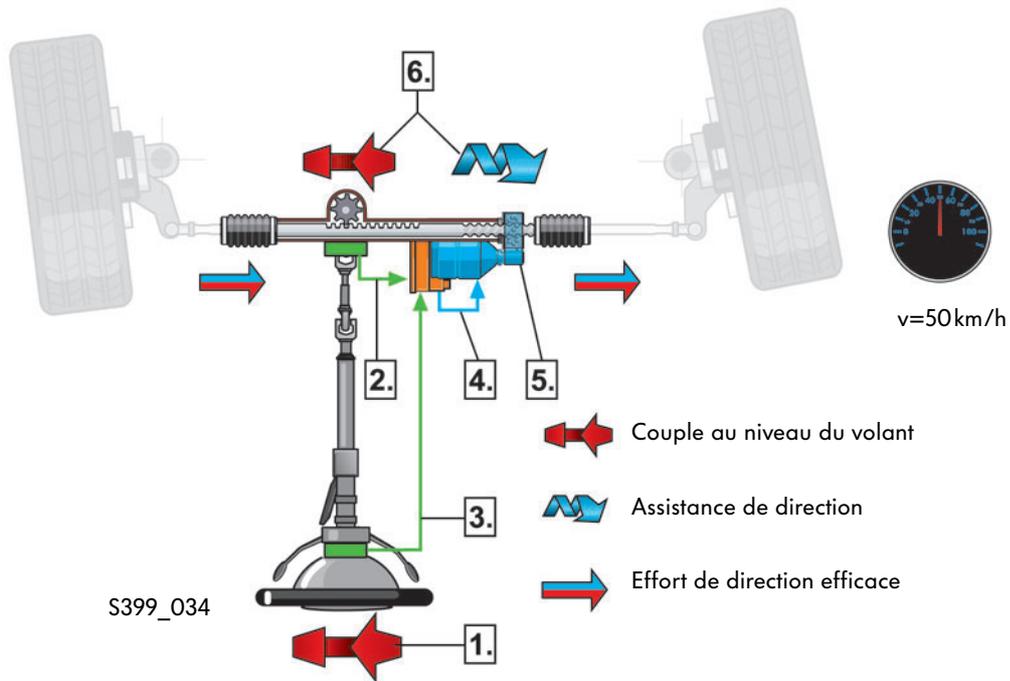


1. Lorsqu'il effectue un créneau, le conducteur braque fortement le volant.
2. La barre de torsion est tordue. Le transmetteur de couple de braquage G269 enregistre cette torsion et signale au calculateur J500 qu'un couple de braquage important est appliqué au volant.
3. Le transmetteur d'angle de braquage G85 signale un angle de braquage important.
4. Le calculateur détermine, en fonction du couple de braquage important, de la vitesse du véhicule (0 km/h), du régime-moteur du moteur à combustion (>500 tr/min), de l'important angle de braquage, de la vitesse de braquage et de la courbe caractéristique mémorisée dans le calculateur pour v=0 km/h, qu'un couple d'assistance élevé est nécessaire et pilote le moteur électrique en conséquence.
5. Une assistance de direction maximale est ainsi fournie durant le créneau.
6. La somme des forces du couple exercé sur le volant et du couple d'assistance maximale correspond à l'effort de direction efficace exercé sur la crémaillère lors d'un créneau.



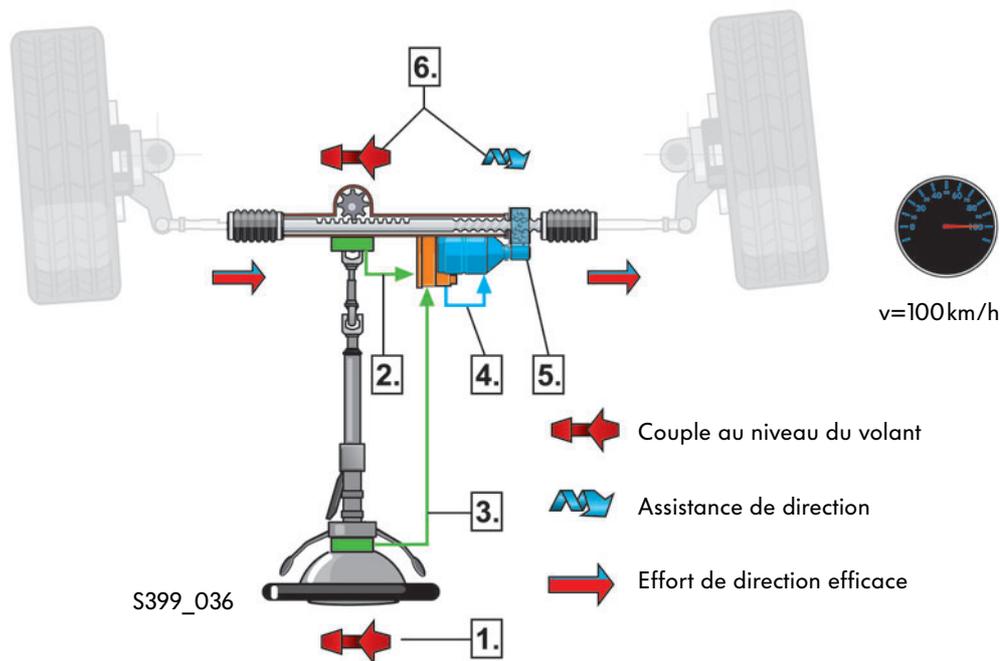
Fonctionnement

Conduite en ville



1. Pour négocier un virage en ville, le conducteur braque le volant.
2. La barre de torsion est tordue. Le transmetteur de couple de braquage G269 enregistre la torsion et signale au calculateur J500 qu'un couple de braquage moyen est appliqué au volant.
3. Le capteur d'angle de braquage G85 signale un angle de braquage moyen.
4. Le calculateur détermine en fonction d'un couple de braquage moyen, de la vitesse du véhicule (50 km/h), d'un angle de braquage moyen, de la vitesse de braquage et de la courbe caractéristique mémorisée dans le calculateur pour $v=50$ km/h, qu'un couple d'assistance moyen est requis et pilote le moteur électrique en conséquence.
5. Dans les virages, une assistance de direction moyenne est alors fournie via un écrou à circulation de billes entraîné par une courroie.
6. La somme des forces du couple exercé sur le volant et d'une assistance moyenne du moteur électrique correspond à l'effort de direction efficace exercé sur la crémaillère lors de virages négociés en zone urbaine.

Conduite sur autoroute

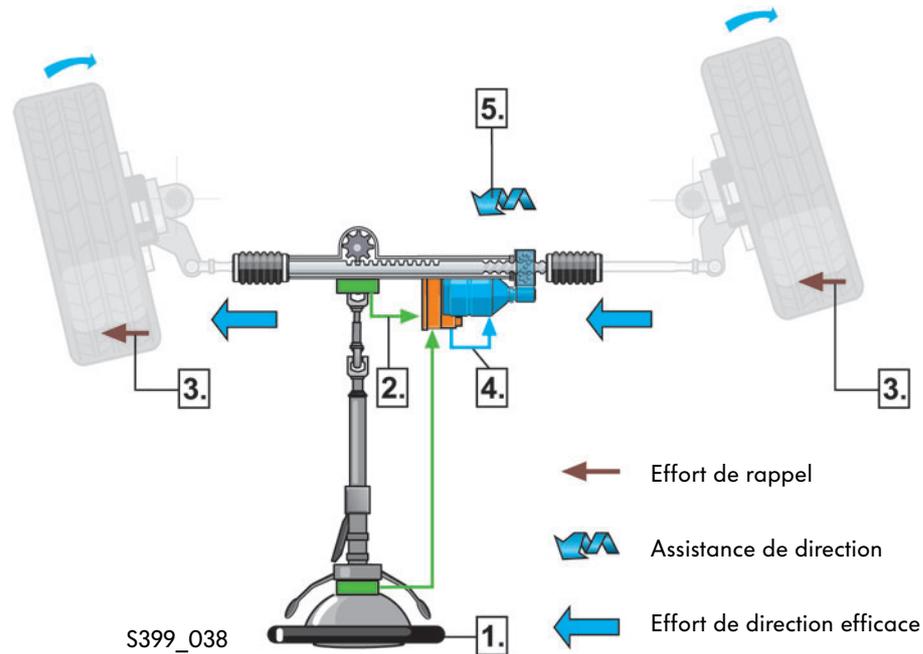


1. Pour changer de file, le conducteur braque légèrement le volant.
2. La barre de torsion est tordue. Le transmetteur de couple de braquage G269 enregistre la torsion et signale au calculateur J500 qu'un faible couple de braquage est appliqué au volant.
3. Le transmetteur d'angle de braquage G85 signale un angle de braquage faible.
4. Le calculateur détermine en fonction d'un faible couple de braquage, de la vitesse du véhicule (100 km/h), d'un angle de braquage faible, de la vitesse de braquage et de la courbe caractéristique mémorisée dans le calculateur pour $v=100$ km/h, qu'une assistance faible ou nulle est requise et pilote le moteur électrique en conséquence.
5. Lors de braquages sur autoroute, une assistance de direction faible ou nulle est donc fournie via l'écrou à billes entraîné par courroie.
6. La somme des forces du couple exercé sur le volant et d'une assistance minimale correspond à l'effort de direction efficace exercé sur la crémaillère lors d'un changement de file.



Fonctionnement

Retour actif



1. Lorsque le conducteur réduit, dans un virage, le couple de braquage, la contrainte de la barre de torsion diminue.
2. Une vitesse assignée de retour en ligne droite est calculée, en fonction du couple de braquage décroissant et en tenant compte de l'angle et de la vitesse de braquage. Cette valeur assignée est comparée à la vitesse angulaire du volant. Le couple de rappel peut alors être calculé.
3. En raison de la géométrie de l'essieu, des forces de rappel sont générées au niveau des roues braquées. Du fait de la friction dans la direction et l'essieu, les forces de rappel sont souvent trop faibles pour ramener les roues en ligne droite.
4. Par une évaluation du couple de braquage, de la vitesse du véhicule, du régime-moteur du moteur à combustion, de l'angle de braquage, de la vitesse de braquage et des courbes caractéristiques mémorisées dans le calculateur, ce dernier détermine le couple du moteur électrique nécessaire au rappel.
5. Le moteur est piloté et il y a génération d'une assistance de direction pour ramener les roues en ligne droite.

Correction de la trajectoire en ligne droite

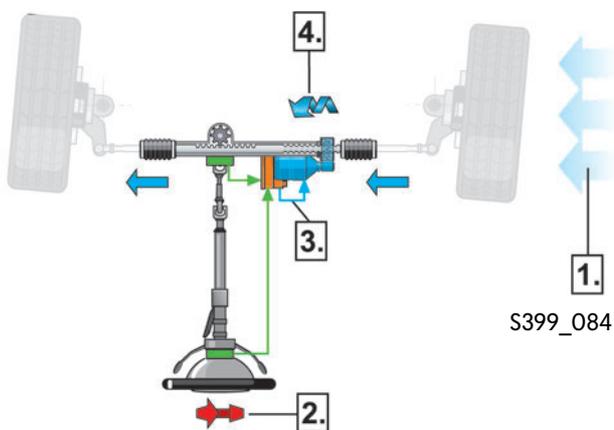
La correction de la trajectoire en ligne droite est une fonction s'apparentant à celle du retour actif. Une assistance de direction est générée en vue de ramener le véhicule dans la position ligne droite exempte de couple. On fait ici une distinction entre algorithme à long terme et algorithme à court terme.

Algorithme à long terme

L'algorithme à long terme permet de compenser des écarts à long terme par rapport à la trajectoire en ligne droite, dus par exemple au remplacement de pneus d'été par des pneus d'hiver déjà utilisés.

Algorithme à court terme

L'algorithme à court terme sert à corriger des écarts momentanés. Cette fonction déleste le conducteur et lui évite par exemple d'avoir à « contre-braquer » en permanence, en cas de vent latéral constant, par exemple.



Forces de rappel



Assistance de direction



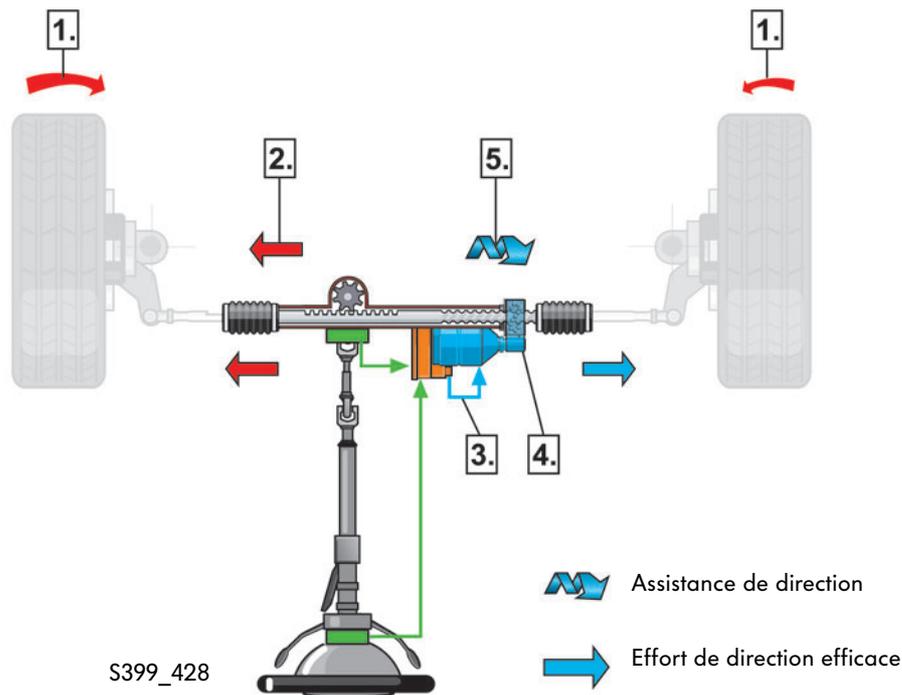
Effort de direction efficace

1. Une force latérale constante, telle qu'un vent latéral, agit sur le véhicule.
2. Le conducteur doit braquer le volant pour garder le véhicule en ligne droite.
3. Par une évaluation du couple de braquage, de la vitesse du véhicule, du régime-moteur du moteur à combustion, de l'angle de braquage, de la vitesse de braquage et des courbes caractéristiques mémorisées dans le calculateur, ce dernier détermine le couple du moteur électrique nécessaire à la correction de la trajectoire en ligne droite.
4. Le moteur est piloté. Le véhicule est ramené en position ligne droite. Le conducteur n'a plus besoin de « contre-braquer ».

Fonctionnement

Compensation du « tirage » de la direction

La compensation du « tirage » de la direction (ou Torque Steer Compensation) est une nouvelle fonction de la direction assistée électromécanique destinée aux véhicules à traction avant. Elle évite un tirage latéral de la direction lors de l'accélération avec une motorisation musclée et des arbres de pont de longueur différente.



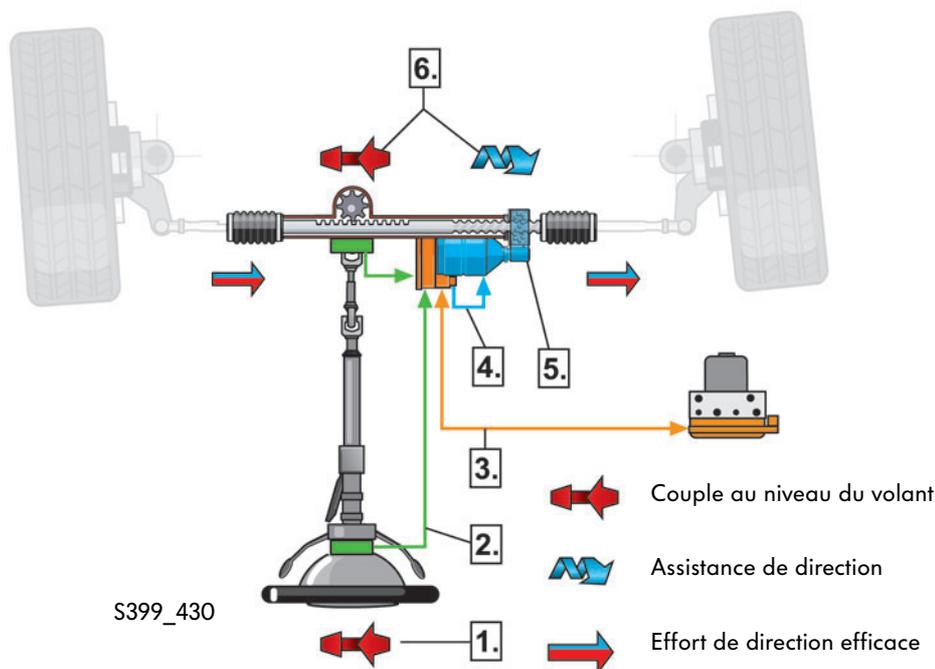
1. Les arbres de pont de longueur différente équipant le moteur transversal et la traction avant présentent une angularité différente, si bien que des couples différents autour de l'axe vertical sont générés au niveau des roues à l'accélération. Ces couples peuvent provoquer un tirage latéral de la direction.
2. Il y a alors génération d'une force en direction du couple le plus important autour de l'axe vertical.
3. Le calculateur d'assistance de direction calcule l'assistance de direction requise pour compenser le tirage et pilote le moteur électrique.
4. L'assistance de direction requise est ainsi transmise à la crémaillère via le mécanisme de direction à écrou à circulation de billes entraîné par courroie.
5. L'effort de direction efficace est exclusivement fourni par l'assistance de direction.



Pour de plus amples informations sur la compensation du tirage latéral de la direction, veuillez consulter le programme autodidactique 404 « Le Tiguan 2008 ».

Assistance au contre-braquage

L'assistance au contre-braquage est une fonction de sécurité complémentaire de l'ESP. Ce système d'assistance permet au conducteur de stabiliser plus aisément le véhicule dans des situations critiques (dans le cas par exemple d'un freinage sur une chaussée présentant des adhérences différentes ou de manoeuvres de conduite dynamiques latérales).



1. En raison d'adhérences différentes de la chaussée, il y a lors du freinage apparition d'efforts transversaux et vitesses de lacet, qui doivent être compensés par contre-braquage. Le conducteur contre-braque.
2. Le capteur d'angle de braquage enregistre la valeur du braquage effectué par le conducteur.
3. Ces signaux sont transmis via le bus de données CAN au calculateur d'ESP, qui a détecté à l'aide de ses capteurs une situation routière critique. Il calcule l'assistance de direction requise pour aider le le conducteur lors du contre-braquage et la transmet au calculateur d'assistance de direction.
4. Le calculateur d'assistance de direction pilote le moteur électrique.
5. L'assistance de direction requise est alors transmise à la crémaillère via le mécanisme de direction à écrou à circulation de billes entraîné par courroie.
6. L'effort de direction efficace correspond à la somme du couple exercé au niveau du volant et de l'assistance de direction.



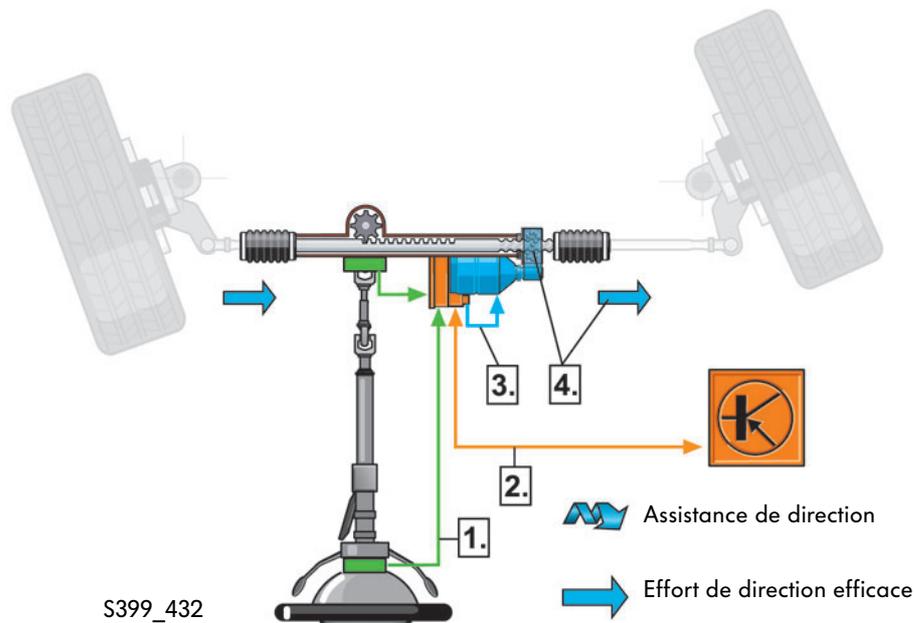
Pour de plus amples informations sur l'assistance au contre-braquage, veuillez consulter le programme autodidactique 374 « Systèmes antipatinage et systèmes d'assistance ».



Fonctionnement

Assistant aux manoeuvres de stationnement

L'assistant aux manoeuvres de stationnement est une fonction d'assistance active pour les manoeuvres de stationnement effectuées en marche arrière.

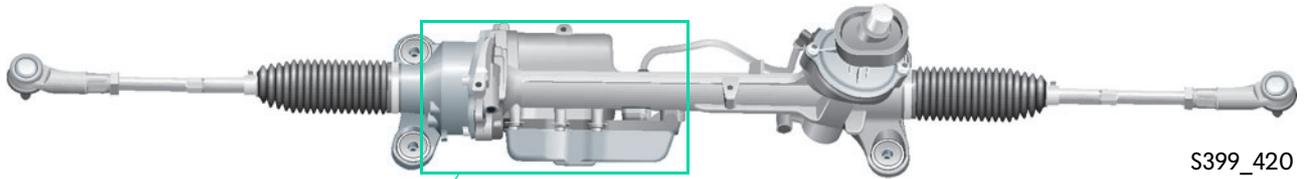


1. Lorsque le conducteur débute la manoeuvre de stationnement automatique en engageant la marche arrière avec le véhicule à l'arrêt, actionnant l'accélérateur et relâchant la pédale de frein, il ne doit exercer aucun couple de direction via le volant de direction.
2. Via le bus de données CAN, le calculateur d'assistant aux manoeuvres de stationnement, dont les capteurs ont détecté la situation de créneau, procède au braquage requis de la direction et pilote le calculateur d'assistance de direction.
3. Le calculateur d'assistance de direction pilote le moteur électrique.
4. Le braquage requis de la direction est ainsi réglé au niveau de la crémaillère via le mécanisme de direction avec écrou à circulation de billes entraîné par courroie.

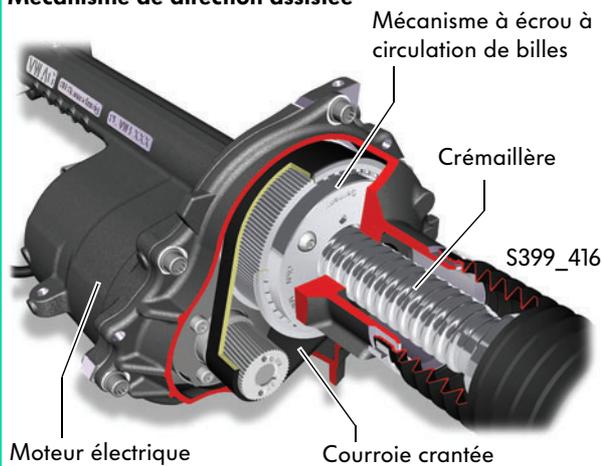


Pour de plus amples informations sur l'assistant aux manoeuvres de stationnement, veuillez consulter le programme autodidactique 389 « L'assistant aux manoeuvres de stationnement ».

Mécanisme de direction



Mécanisme de direction assistée



Dans le cas de la direction assistée électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu, l'effort de direction requis est induit dans la crémaillère via le mécanisme de direction assistée. Le mécanisme de direction assistée se compose du moteur de direction assistée électromécanique V187, du mécanisme à écrou à circulation de billes et du calculateur d'assistance de direction J500.

Le mécanisme de direction de cette direction assistée est une toute nouvelle mise au point. Le mouvement rotatif du moteur électrique est converti par un mécanisme à écrou à circulation de billes en un mouvement longitudinal et transmis à la crémaillère.

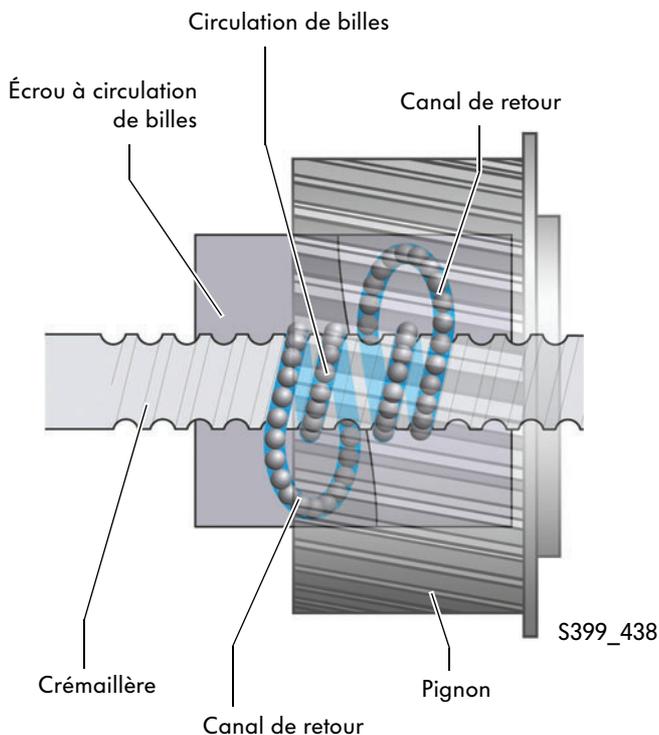


Architecture

Le mouvement rotatif du moteur électrique disposé parallèlement à la crémaillère est transmis par une courroie crantée au mécanisme à écrou à circulation de billes.

La pièce maîtresse du mécanisme de direction est l'écrou à circulation de billes, monté de manière fixe dans le carter et entourant la crémaillère exécutée comme vis sans fin dans cette zone.

L'une des particularités de conception du mécanisme à écrou à circulation de billes tient aux canaux de retour des billes dans l'écrou à circulation de billes.

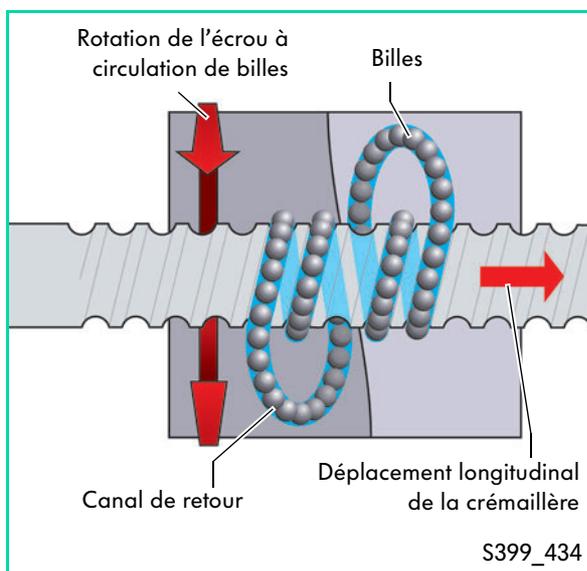


Direction - partie mécanique

Le fonctionnement est le suivant :

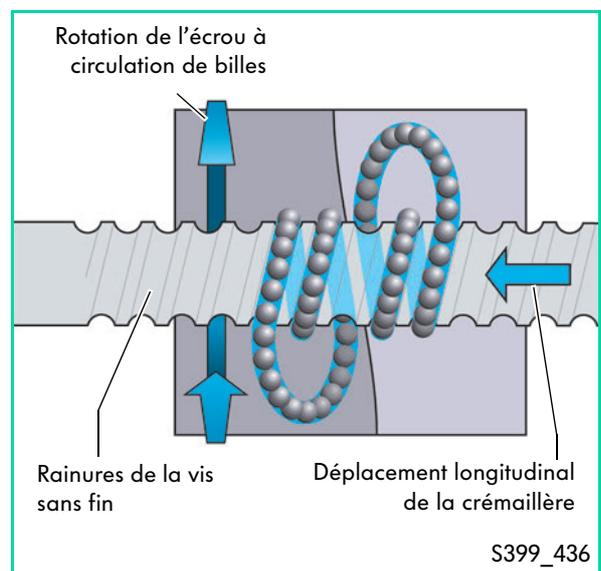
L'écrou à circulation de billes est, suivant le sens de braquage souhaité, tourné dans le sens horaire ou antihoraire. Comme la crémaillère est réalisée comme vis sans fin dans cette zone, le mouvement rotatif de l'écrou à circulation de billes repousse la crémaillère dans le sens souhaité.

Braquage du véhicule vers la gauche



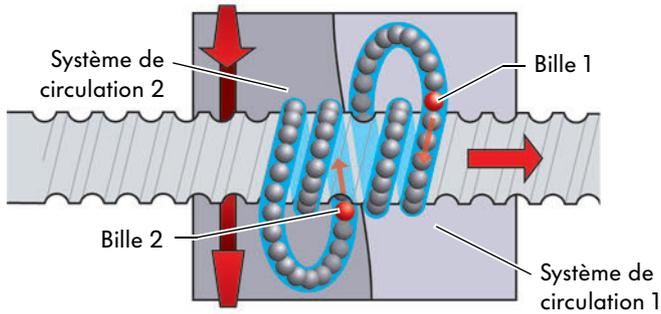
L'écrou à circulation de billes est tourné dans le sens horaire. La crémaillère se déplace vers la droite.

Braquage du véhicule vers la droite



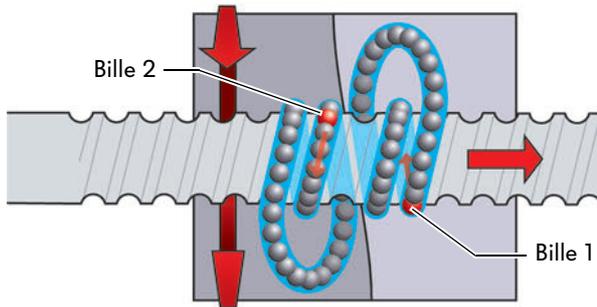
L'écrou à circulation de billes est tourné dans le sens antihoraire. La crémaillère se déplace vers la gauche.

Les billes pénètrent du fait du déplacement de l'écrou à circulation de billes dans les rainures de la vis sans fin de la crémaillère. Durant la rotation de l'écrou à circulation de billes, les billes sont ramenées en position initiale via les canaux de retour. Nous nous proposons d'expliquer le cheminement des billes en cinq étapes, pour un déplacement rotatif de l'écrou à circulation de billes dans le sens horaire. L'écrou à billes possède deux systèmes de circulation distinct possédant chacun leurs billes et canaux de retour. Les deux systèmes sont disposés symétriquement. Les canaux de retour sont nécessaires car sinon, les billes viendraient se positionner en butée, bloquant la direction.



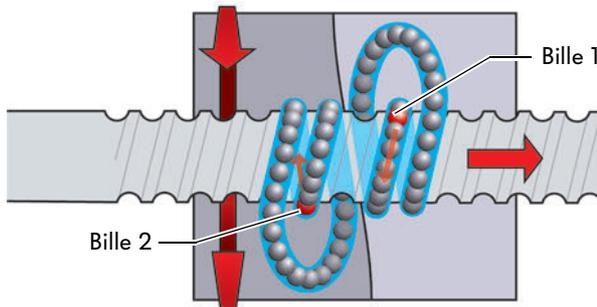
Situation 1

La bille 1 provient du canal de retour et se déplace vers le bas dans la rainure de la vis sans fin.
La bille 2 provient du canal de retour et se déplace vers le haut dans la rainure de la vis sans fin (dans la zone arrière, invisible sur la figure).



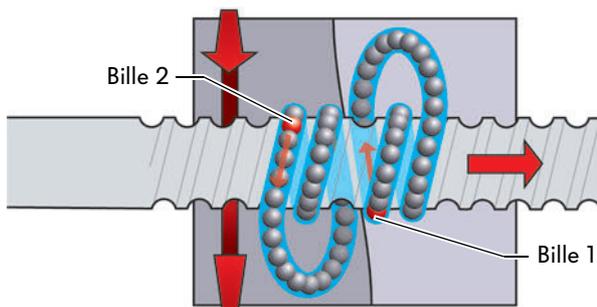
Situation 2

La bille 1 se déplace vers le haut dans la rainure de la vis sans fin (dans la zone arrière, invisible sur la figure). La bille 2 se déplace vers le bas dans la rainure de la vis sans fin.



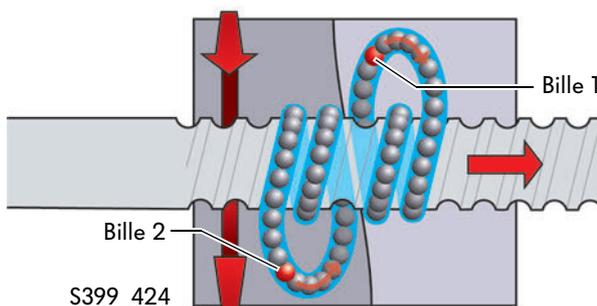
Situation 3

La bille 1 se déplace vers le bas dans la rainure de la vis sans fin. La bille 2 se déplace vers la haut dans la rainure de la vis sans fin (dans la zone arrière, invisible sur la figure).



Situation 4

La bille 1 se déplace vers le haut dans la rainure de la vis sans fin (dans la zone arrière, invisible sur la figure). La bille 2 se déplace vers le bas dans la rainure de la vis sans fin.



Situation 5

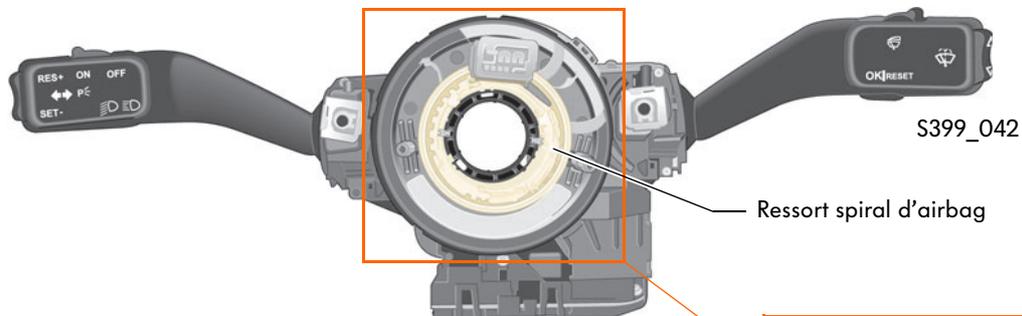
Les deux billes sont ramenées en position initiale du système de circulation considéré via les canaux de retour. L'écrou à circulation de billes peut ainsi tourner sur une rainure et déplacer la vis sans fin sur d'importantes courses latérales.

S399_424



Direction - partie électrique

Capteur d'angle de braquage G85



Le capteur d'angle de braquage G85 est situé derrière l'anneau de rappel avec bague de contact de sac gonflable. Il est implanté sur la colonne de direction, entre le commodo et le volant.

Il fournit le signal de nécessaire à la détermination de l'angle de braquage au calculateur d'électronique de colonne de direction J527 sur le bus de données CAN. Le calculateur d'électronique de colonne de direction renferme l'électronique d'évaluation des signaux.

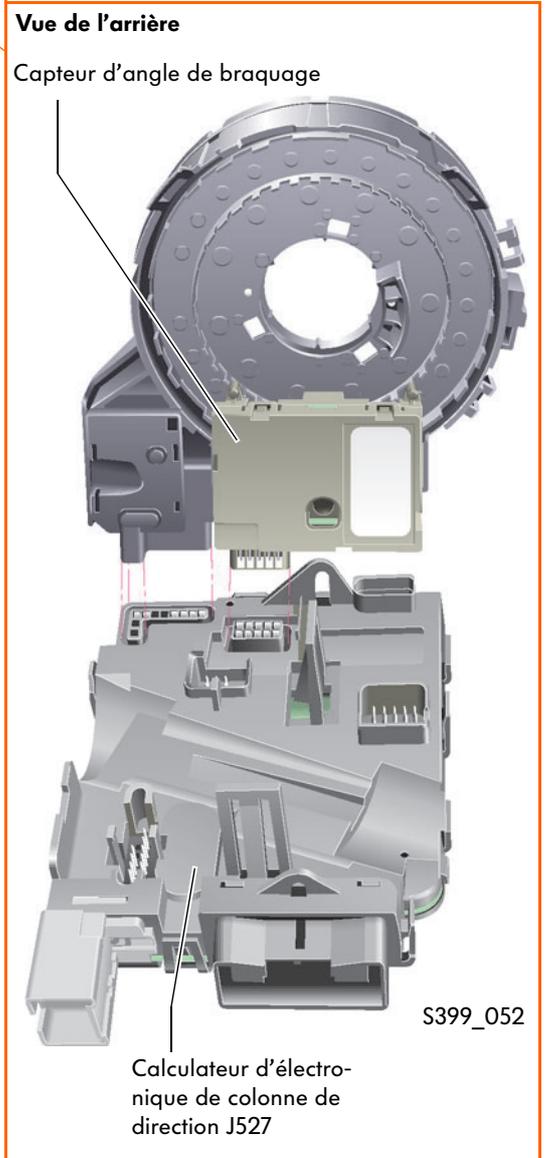
Répercussions en cas de défaillance

En cas de défaillance du capteur, un programme de fonctionnement en mode dégradé prend la relève. Une valeur de remplacement est substituée au signal faisant défaut.

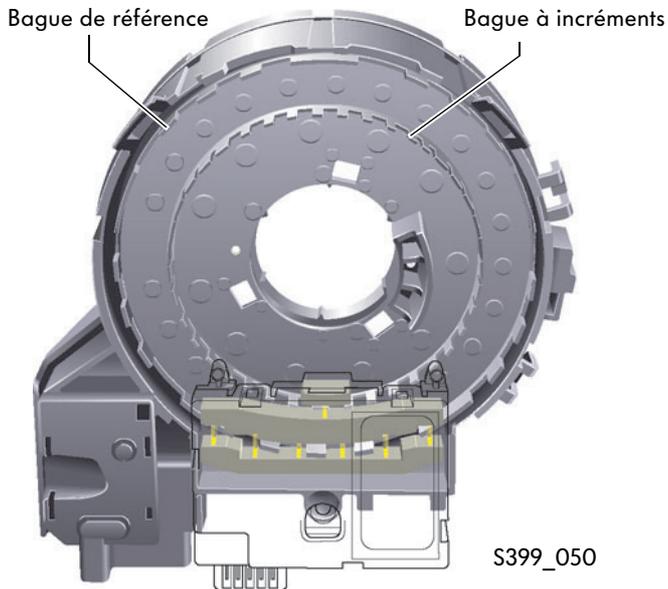
L'assistance de direction reste assurée à 100 %. Le témoin d'assistance de direction électromécanique K161 s'allume pour signaler le défaut.

Les fonctions suivantes sont par exemple désactivées :

- retour actif
- butées logicielles
- correction de la trajectoire en ligne droite



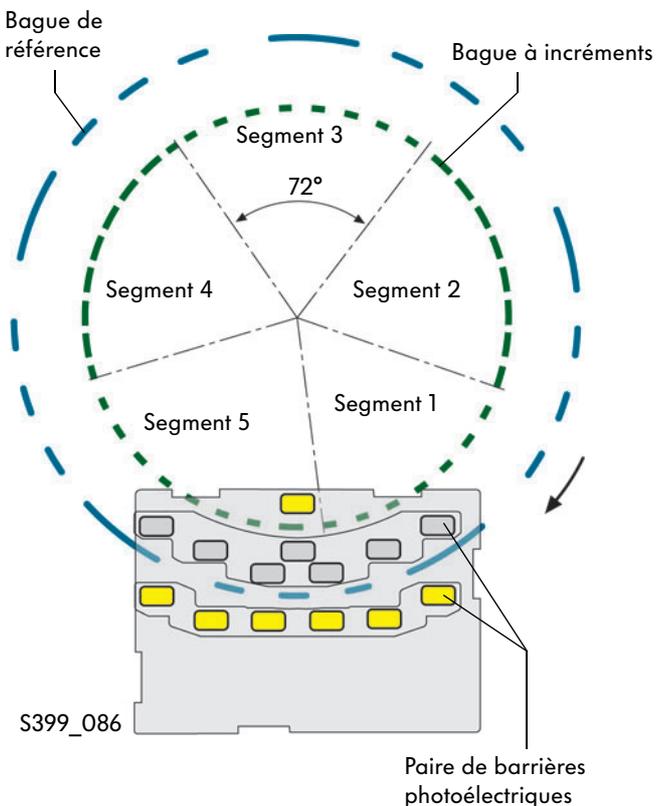
Principe de fonctionnement



Les composants de base du transmetteur d'angle de braquage sont :

- un disque de codage avec deux bagues codées
- une paire de barrières photoélectriques dotées respectivement d'une source lumineuse et d'un capteur optique

Le disque de codage est constitué par deux bagues, la bague extérieure, ou bague de référence et la bague intérieure, ou bague à incréments.



La bague à incréments se subdivise en 5 segments de respectivement 72° ; sa lecture est assurée par une paire de barrières photoélectriques. À l'intérieur du segment, la bague présente des créneaux. La succession de ces créneaux est identique à l'intérieur d'un même segment, mais diffère d'un segment à l'autre. Cela détermine le codage des segments.

La bague de référence détermine l'angle. Il est lu par 6 paires de barrières photoélectriques.

Le transmetteur d'angle de braquage peut détecter un angle de braquage de 1044° . Il additionne les degrés d'angle. Il est ainsi possible de détecter lors du dépassement du repère 360° qu'un tour de volant complet a été effectué.

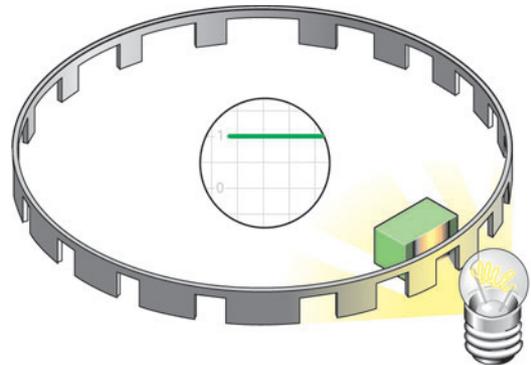
L'architecture du mécanisme de direction autorise 2,76 tours du volant de direction.



Direction - partie électrique

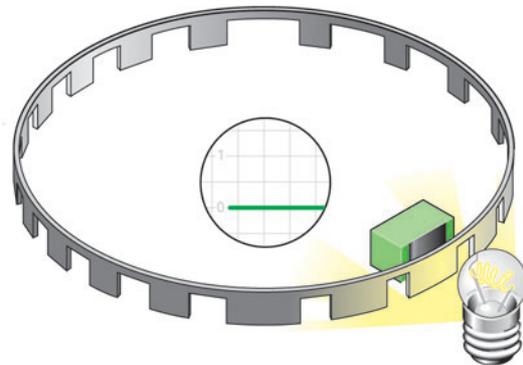
La mesure de l'angle fait appel au principe de la barrière photoélectrique.

Si l'on considère uniquement, en vue d'une simplification, la bague à incréments, la source lumineuse se trouve sur une face de la bague segmentée et le capteur optique de l'autre.



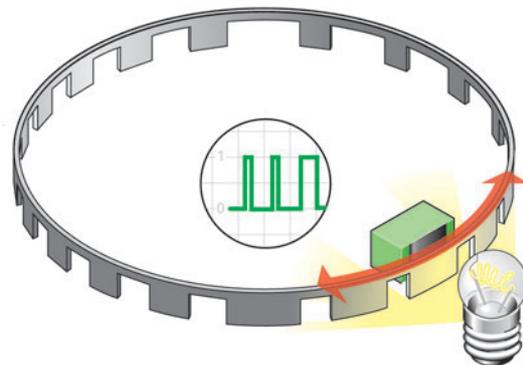
S399_114

Dans le cas d'une lumière incidente sur un capteur par un interstice, une tension du signal est générée. Lorsque la source lumineuse est masquée, la tension chute à nouveau.



S399_116

Lorsque l'on imprime un mouvement à la bague à incréments, on obtient une succession de tensions du signal.



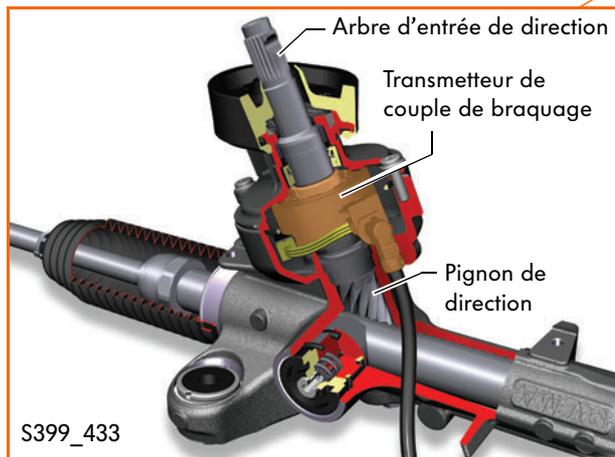
S399_118

Une succession de tensions du signal est générée de manière identique pour chaque paire de barrières photoélectriques dans le cas de la bague de référence.

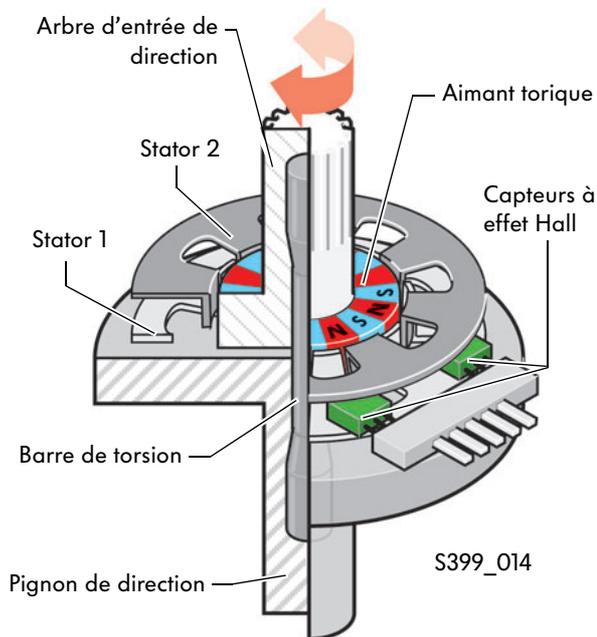
Toutes les successions de tensions du signal sont traitées dans le calculateur d'électronique de colonne de direction.

La comparaison des signaux permet au système de calculer le déplacement des bagues. Le point de départ du déplacement est déterminé par l'élément de référence.

Transmetteur de couple de braquage G269



Le couple de braquage appliqué par le conducteur sur le volant de direction constitue la base du calcul de la force d'assistance fournie par le système de direction. Le couple de braquage est déterminé directement au niveau du pignon de direction à l'aide du transmetteur de couple de braquage G269. La rotation relative de l'arbre d'entrée de direction par rapport au pignon de direction est alors mesurée et convertie en un signal de sortie électrique analogique.



Architecture

Au niveau du transmetteur de couple, l'arbre d'entrée de direction et le pignon de direction sont reliés via une barre de torsion. La barre de torsion se caractérise par une rigidité en torsion définie.

Un aimant torique à seize pôles (huit paires de pôles) est implanté sur l'arbre d'entrée de direction et tourne avec lui. Deux stators comportant respectivement huit dents sont implantés sur le pignon de direction et tournent avec lui. En position de repos, les dents des stators se trouvent exactement au centre des pôles sud et nord de l'aimant torique.

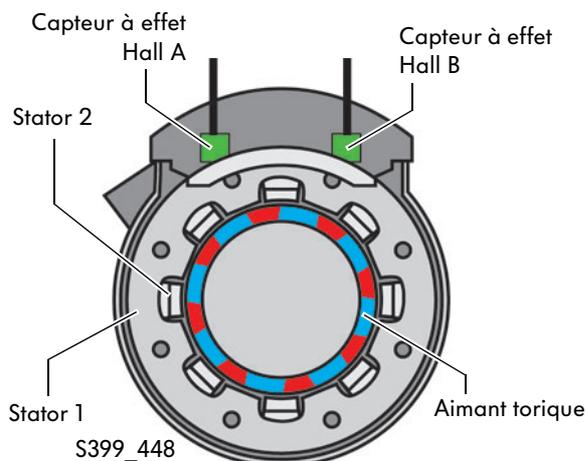
Les capteurs à effet Hall sont solidaires du boîtier et ne tournent pas.

Direction - partie électrique

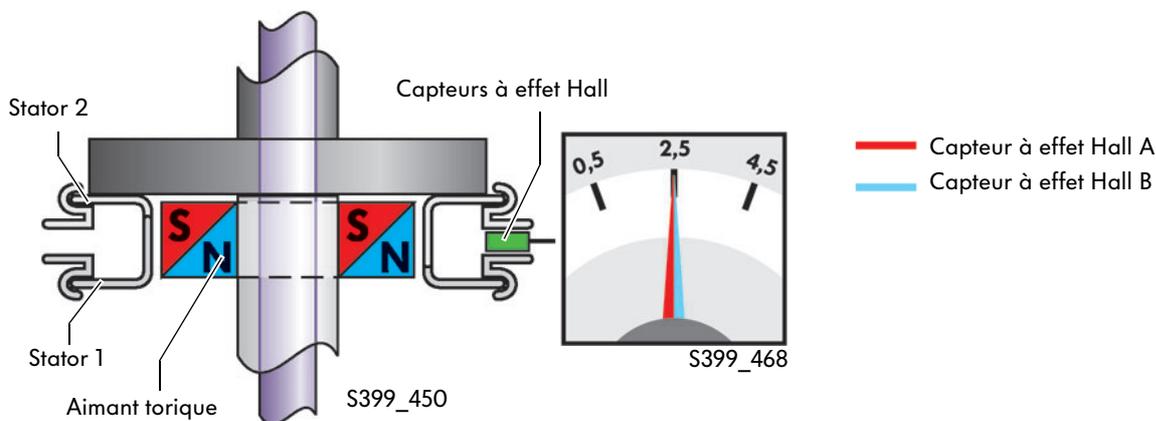
Le fonctionnement est le suivant :

Le capteur fonctionne sans contact selon le principe magnétorésistif. La valeur et l'orientation du flux magnétique entre le stator 1 et le stator 2 constitue une mesure directe du couple de direction. Elle est enregistrée par deux capteurs à effet Hall linéaires (exécution redondante). En fonction du couple de direction appliqué et donc de l'angle de torsion, le signal d'un capteur à effet Hall varie entre la position nulle et la position maximale.

Position nulle



En position nulle du transmetteur de couple, les dents du stator 1 et du stator 2 sont exactement centrées entre deux pôles magnétiques.



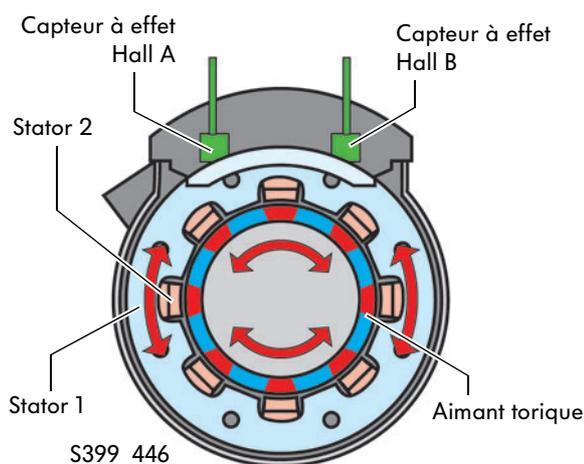
Ni le stator 1 ni le stator 2 ne présentent d'orientation nord ou sud.

La génération d'un champ magnétique entre les deux stators n'est pas possible.

Les capteurs à effet Hall sont alimentés par une tension d'entrée de 5V. Comme aucun champ magnétique n'a été généré entre les deux stators, les transmetteurs de Hall délivrent un signal pour le couple nul de 2,5V.

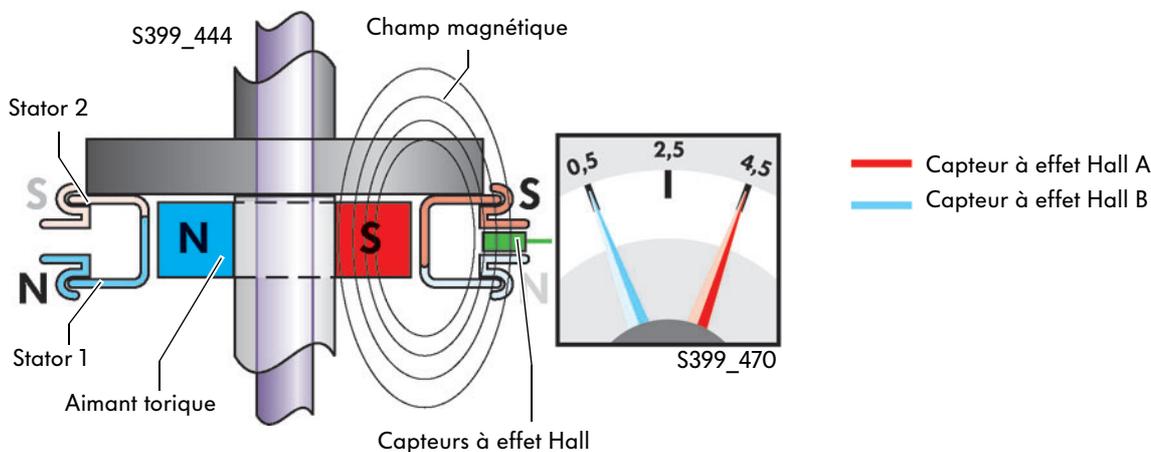
Position maximale

Lorsque le conducteur tourne le volant de direction, il en résulte un angle de torsion entre l'arbre d'entrée de direction et le pignon de direction. L'aimant torique tourne par rapport aux stators 1 et 2. Lorsque les huit dents du stator 1 se trouvent exactement sur les pôles nord et les huit dents du stator 2 exactement sur les pôles sud de l'aimant torique, le transmetteur a atteint la position maximale. Le stator 1 a alors par exemple une orientation nord et le stator 2 une orientation sud.



Un champ magnétique est généré entre les deux stators. Ce champ est enregistré par les capteurs à effet Hall et converti en un signal électrique. Lorsque le capteur à effet Hall A délivre la tension maximale de 4,5V, le capteur à effet Hall B délivre une tension minimale de 0,5V.

Dans le sens de braquage opposé, le capteur à effet Hall A délivre la tension de 0,5V et le capteur à effet Hall B la tension de 4,5V.



Répercussions en cas de défaillance

En cas de défaut du transmetteur de couple de braquage, il faut remplacer le mécanisme de direction. Lorsqu'un défaut est détecté, l'assistance de direction est désactivée.

Cette désactivation n'a pas lieu brutalement, mais « en douceur ».

Pour que cette désactivation s'effectue « en douceur », le calculateur calcule un signal de remplacement du couple de braquage à partir de l'angle de braquage et de l'angle du rotor du moteur électrique. Le témoin de direction assistée électromécanique K161 (rouge) s'allume pour signaler le défaut.

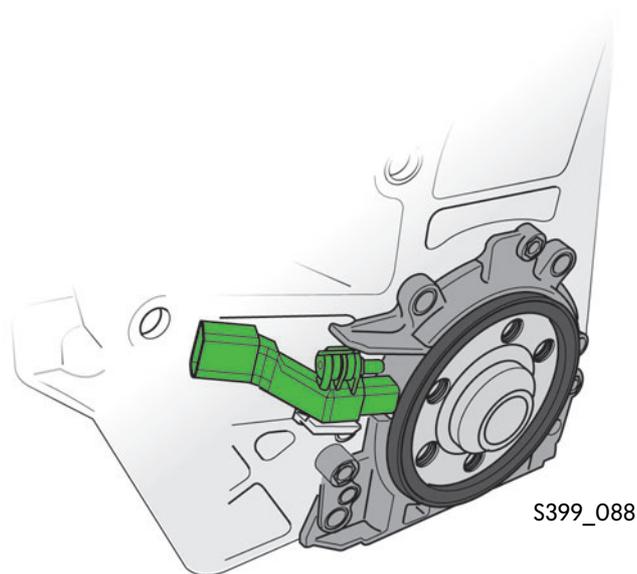
Direction - partie électrique

Transmetteur de régime moteur G28

Le transmetteur de régime-moteur est un capteur à effet Hall. Il est vissé dans le boîtier du flasque d'étanchéité du vilebrequin.

Exploitation des signaux

Le signal du transmetteur de régime-moteur fournit au calculateur du moteur le régime du moteur et la position exacte du vilebrequin.



Répercussions en cas de défaillance

En cas de défaillance du transmetteur de régime-moteur, la direction est activée par la borne 15. Le témoin de direction assistée électromécanique K161 ne s'allume pas pour signaler le défaut.



Vous trouverez de plus amples informations sur le transmetteur de régime moteur G28 dans le programme autodidactique 316 « Le moteur TDI de 2,0 l ».

Vitesse du véhicule

Le signal de vitesse du véhicule est transmis par le calculateur d'ABS.

Répercussions en cas de défaillance

En cas de défaillance du signal de vitesse du véhicule, un programme de fonctionnement en mode dégradé prend la relève. Le conducteur dispose toujours d'une assistance de direction à 100%, mais ne dispose plus de la fonction Servotronic. Le témoin de direction assistée électromécanique K161 (jaune) s'allume pour signaler le défaut.

Moteur de direction assistée électromécanique V187



Le moteur de direction assistée électromécanique V187 est monté parallèlement à la crémaillère dans le carter de direction. Il transmet la force d'assistance de direction via une courroie crantée au mécanisme à écrou à circulation de billes.

Le moteur électrique V187 fournit un couple maximal de 4,5 Nm pour l'assistance de direction.

Le moteur de direction assistée électromécanique V187 est un moteur synchrone triphasé. Dans le cas d'un moteur synchrone, le rotor tourne en synchronicité avec le champ du courant du stator.

Les avantages de ce moteur synchrone par rapport à un moteur asynchrone sont les suivants :

- Il est plus léger.
- Il est exempt d'usure, car sans balais.
- Il possède un aimant permanent comme rotor.
- Il n'a pas besoin de préexcitation.
- Il est économique en énergie et réagit plus vite.

Le moteur synchrone a un bon rendement électrique car la préexcitation magnétique, consommatrice de courant, d'un moteur asynchrone est supprimée. Cela a permis de réduire la consommation de carburant active par rapport aux systèmes de direction comparables.

Répercussions en cas de défaillance

En cas de moteur défectueux, aucune assistance de direction n'a lieu.

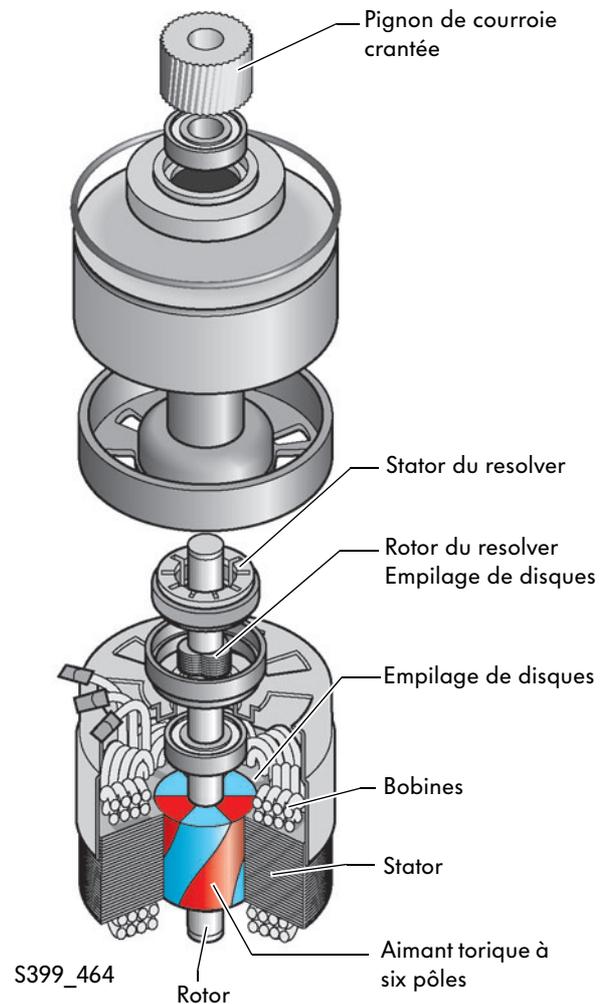


Direction - partie électrique

Architecture

Le moteur de direction assistée électromécanique se compose entre autres d'un rotor et d'un stator. Le rotor est un aimant torique à 6 pôles composé d'aimants en terres rares. Les aimants en terres rares autorisent des intensités de champs magnétiques très élevées, allant de pair avec un encombrement minimal.

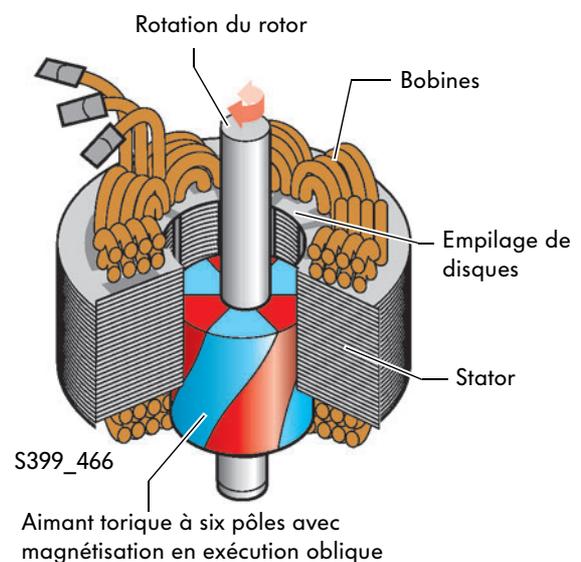
Le stator se compose de 9 bobines et de 9 empilages de disques. Ce nombre se traduit par une disposition impaire. L'alimentation des bobines est mixte, sous forme de courbe sinusoïdale décalée consécutive, de façon à obtenir à partir des trois champs magnétiques un champ magnétique résultant qui entraîne le rotor. En vue d'une augmentation du silence de fonctionnement, la magnétisation de l'aimant torique à 6 pôles est d'exécution oblique.



Le fonctionnement est le suivant :

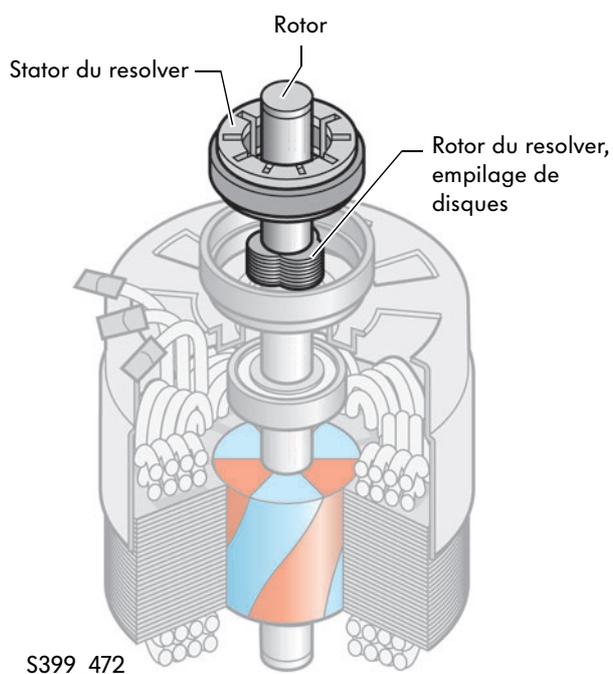
L'alimentation électrique des bobines génère dans le stator un champ magnétique tournant. L'aimant du rotor s'oriente, comme l'aiguille d'une boussole dans le champ magnétique terrestre, en fonction du sens du champ magnétique tournant généré par les bobines. L'alimentation électrique permet de déterminer la vitesse de rotation et le sens de rotation. En raison du nombre impair de 9 bobines et des 6 pôles magnétiques du rotor, ce dernier entre spontanément en rotation. Aucune préexcitation n'est nécessaire.

Le rotor tourne en synchronicité avec le champ du courant du stator. C'est pourquoi l'on parle également dans ce cas de moteur synchrone.



Transmetteur de position du moteur

Le transmetteur de position du moteur fait partie intégrante du moteur de direction assistée électromécanique V187. Il n'est pas accessible de l'extérieur.



Architecture

Le transmetteur de position du moteur se trouve à une extrémité de l'arbre. Le transmetteur de position du moteur fait appel au principe du resolver. Il se compose du stator du resolver avec 10 bobines et du rotor du resolver. Le rotor du resolver est un empilage de disques en fer.



Exploitation des signaux

Le transmetteur de position du moteur sert à déterminer la position absolue du rotor à l'intérieur d'une rotation. En outre, la vitesse du rotor et le sens de la rotation sont dérivés du signal.

Il enregistre la position exacte du moteur de direction assistée électromécanique V187, nécessaire pour un pilotage précis du moteur.

Répercussions en cas de défaillance

En cas de défaillance du capteur, l'assistance de direction est désactivée en toute sécurité. Un défaut est signalé par l'allumage du témoin de direction assistée électromécanique K161 (couleur rouge).

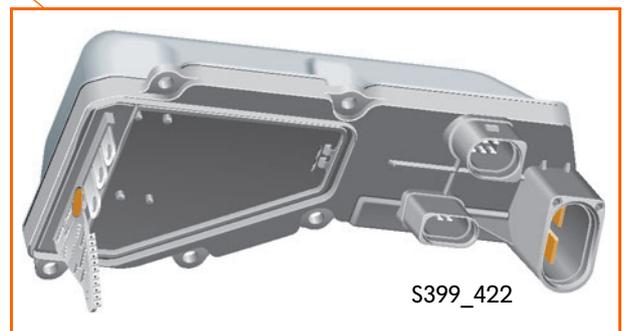
Direction - partie électrique

Calculateur d'assistance de direction J500



Le calculateur est collé et vissé sur le mécanisme de direction. Les contacts du calculateur sont soudés sur le moteur électrique et ne peuvent par conséquent pas être détachés.

Grâce à l'utilisation du carter du mécanisme de direction pour la dissipation de chaleur, on n'enregistre aucune réduction de l'assistance de direction même en cas de génération de températures très élevées dans le calculateur.



Sur la base de signaux d'entrée tels que :

- signal d'angle de braquage du transmetteur d'angle de braquage G85,
- régime-moteur du transmetteur de régime-moteur G28,
- couple de braquage et vitesse du rotor du moteur électrique ainsi que
- signal de vitesse du véhicule

le calculateur détermine l'assistance de direction requise momentanément. L'intensité du courant d'excitation est alors calculée et le moteur V187 piloté.

Répercussions en cas de défaillance

Le calculateur renferme un capteur de température intégré enregistrant la température du système de direction. Si la température dépasse 100° C, l'assistance de direction est réduite progressivement.

Lorsque l'assistance de direction atteint une valeur inférieure à 60 %, le témoin de direction assistée électromécanique K161 (jaune) s'allume.

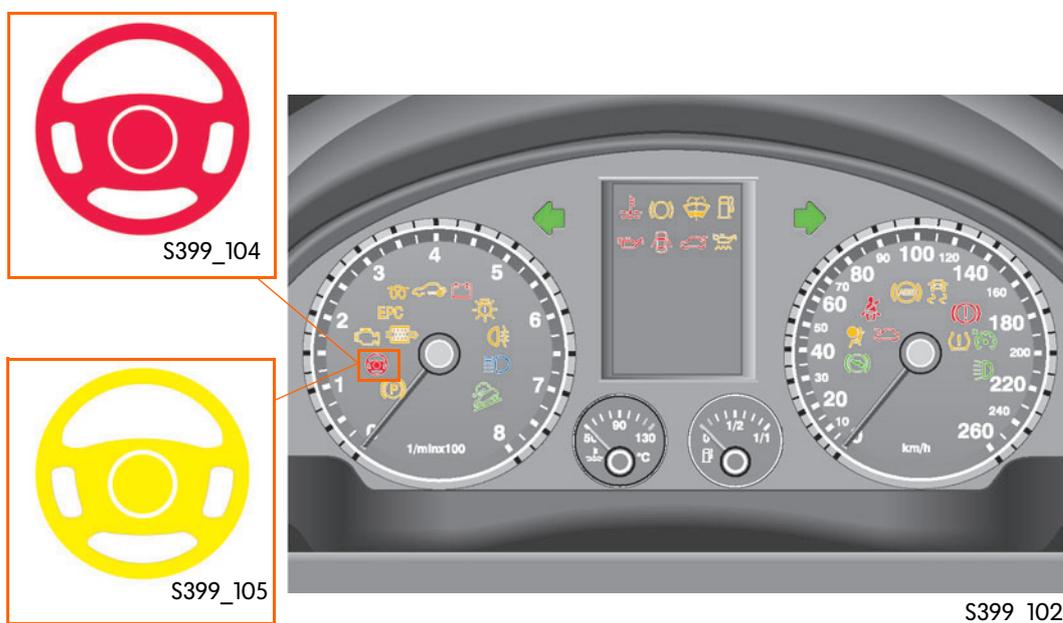


En cas de calculateur défectueux, il faut remplacer la direction complète.

Témoin de direction assistée électromécanique K161

Le témoin se trouve dans l'unité d'affichage du porte-instruments. Il sert à indiquer les dysfonctionnements ou défauts de la direction assistée électromécanique.

Lorsqu'il s'allume en cas de dysfonctionnement, le témoin peut prendre deux couleurs. Le jaune est seulement synonyme d'alerte. Si par contre le témoin de direction assistée électromécanique allumé est rouge, il faut se rendre immédiatement dans un garage. Un signal acoustique (triple gong) retentit lorsque le témoin rouge s'allume.



Lorsque l'on met le contact d'allumage, le témoin de direction assistée électromécanique rouge s'allume : le système de direction assistée électromécanique procède à un autocontrôle.

Le témoin s'éteint lorsque le calculateur d'assistance de direction délivre le signal indiquant le fonctionnement correct du système. Cet autocontrôle dure environ deux secondes. Le témoin s'éteint immédiatement lors du lancement du moteur.



Particularités

Remorquage

A condition que

- la vitesse soit supérieure à 7km/h et
- que le contact d'allumage soit mis,

l'assistance de direction reste disponible en cas de remorquage.



Batteries déchargées

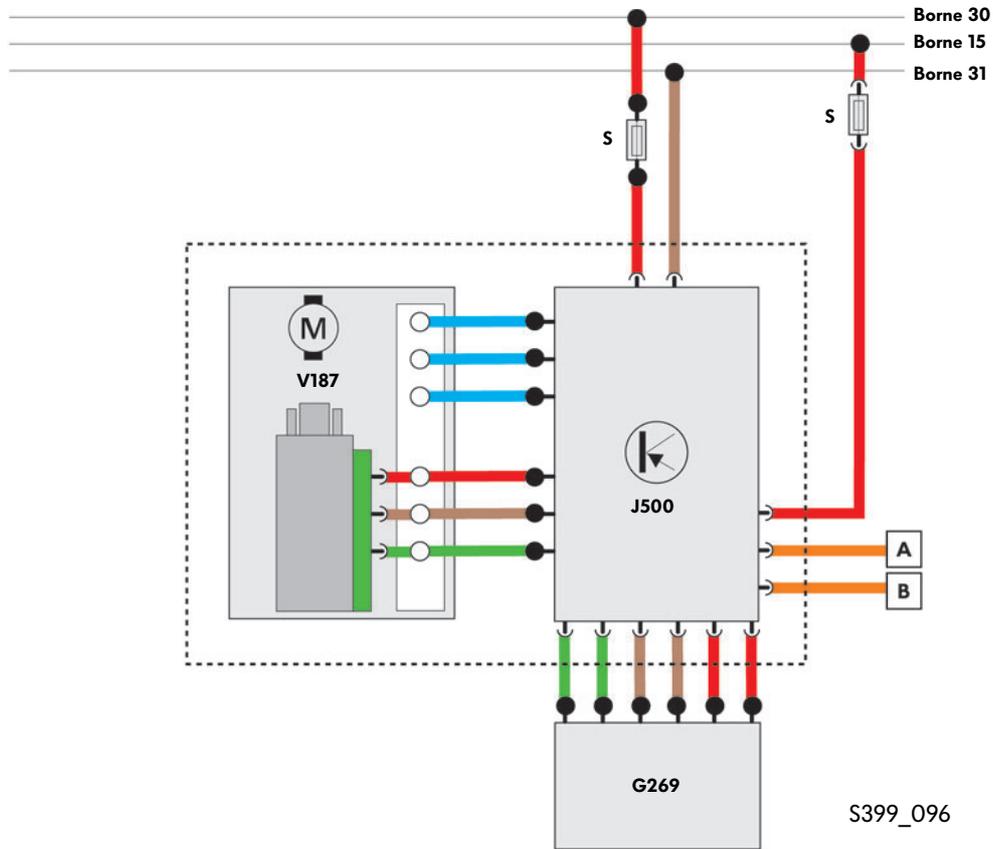
Le système de direction détecte une sous-tension et réagit en conséquence. Si la tension de la batterie chute jusqu'à 9 volts, l'assistance de direction est, dans un premier temps, réduite et le témoin de direction assistée électromécanique s'allume : sa couleur est jaune.

Si la tension de la batterie chute au-dessous de 9 volts, l'assistance de direction est désactivée et le témoin de direction assistée électromécanique s'allume : sa couleur est alors rouge.

En cas de brèves chutes de tension en dessous de 9 volts, le témoin s'allume : sa couleur est jaune.

Schéma fonctionnel

Schéma fonctionnel



- A - CAN low
- B - CAN high
- G269 - Transmetteur de couple de braquage
- J500 - Calculateur d'assistance de direction
- S - Fusible
- V187 - Moteur de direction assistée électromécanique

Codage par couleur/légende

- Signal d'entrée
- Signal de sortie
- Positif
- Masse
- Bus de données CAN



Diagnostic

Les composants du système de direction assistée électromécanique sont aptes à l'autodiagnostic.

Adaptation des butées de direction

En vue d'éviter les butées de direction mécaniques dures, la limitation de l'angle de braquage est assurée par le logiciel.

La « butée logicielle » et par là même l'amortissement sont activés env. 5° d'angle de braquage avant la butée mécanique.

Le couple d'assistance est alors réduit en fonction de l'angle et du couple de braquage et il y a même génération d'une force antagoniste.

En fonction « réglage de base », les positions d'angle des butées doivent être effacées avec le système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information.

Pour des informations plus détaillées en ce qui concerne l'adaptation, veuillez consulter le Manuel de réparation le plus récent ou bien utiliser l'« assistant de dépannage » ou les « fonctions assistées ».



Contrôle des connaissances

1. Où est monté le transmetteur de position du moteur dans le cas d'une « direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu » ?

- a) Le transmetteur de position du moteur est directement implanté sur le pignon de direction.
- b) Le transmetteur de position du moteur fait partie intégrante du moteur électrique V187.
- c) Le transmetteur de position du moteur est monté entre la colonne de direction et le commodo.

2. Quel est le type de moteur électrique utilisé avec la « direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu » ?

- a) un moteur synchrone triphasé
- b) un moteur asynchrone triphasé
- c) un moteur synchrone à deux phases

3. Comment s'effectue, sur la « direction électromécanique à entraînement parallèle à l'essieu», la transmission de la force entre le moteur électrique et la crémaillère ?

- a) via un train planétaire
- b) via un mécanisme à écrou à circulation de billes
- c) via un engrenage à vis sans fin

4. Comment s'effectue la transmission des signaux du « transmetteur de couple de braquage » ?

- a) via un ressort spiral et deux capteurs à effet Hall en rotation
- b) via deux capteurs à effet Hall, solidaires du carter et ne tournant pas
- c) via un capteur à effet Hall externe aux pièces en rotation



5. Quelle est la fonction des canaux de retour de l'écrou à circulation de billes ?

- a) Ils servent à la collecte des billes.
- b) Ils assurent la dérivation des billes au niveau de l'écrou à circulation de billes.
- c) Ils ramènent les billes en position initiale.



5.) c

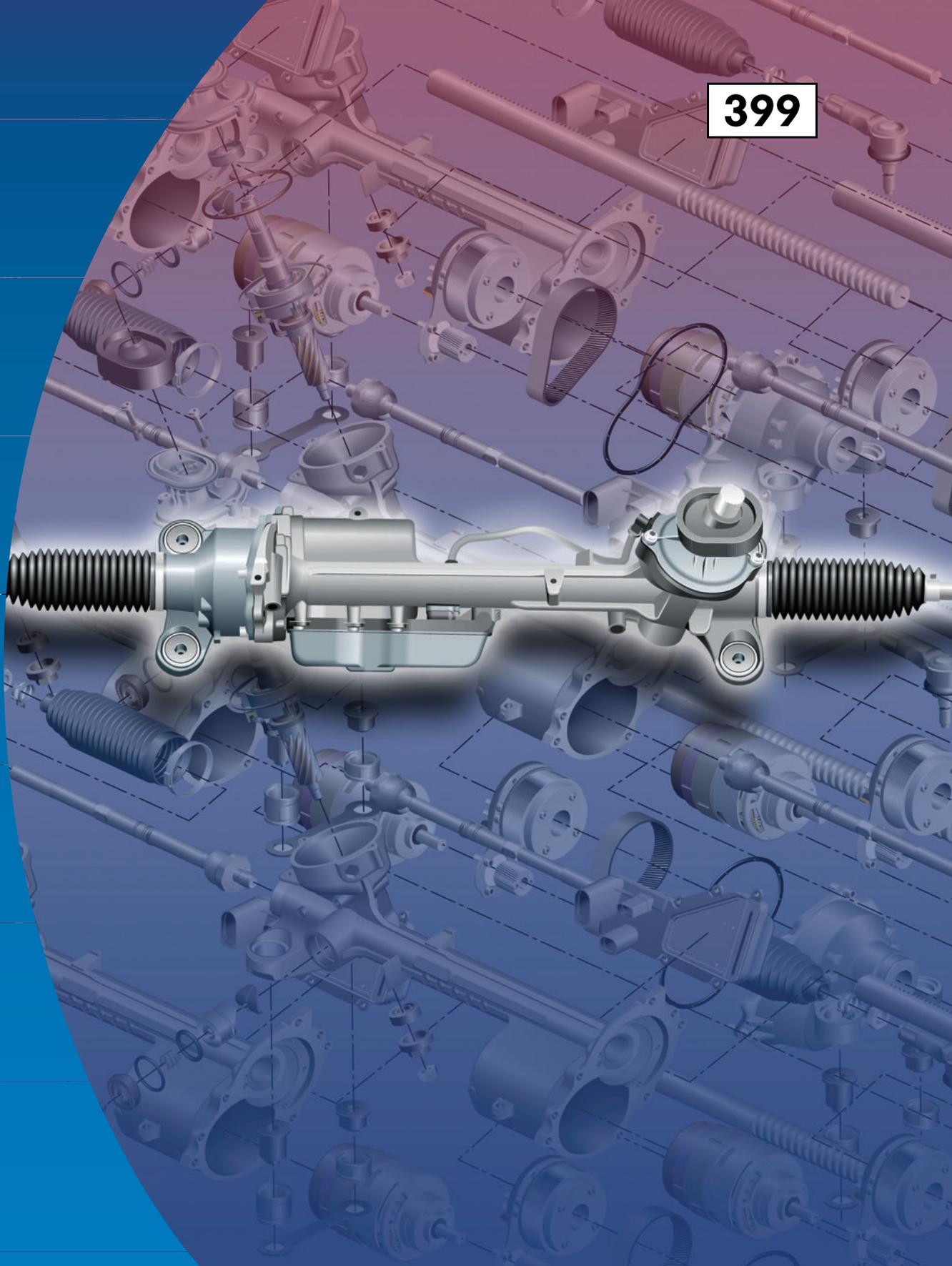
4.) b

3.) b

2.) a

1.) b

Solutions



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Sous réserve de tous droits et modifications techniques.
000.2812.01.40 Définition technique 11.2007

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg