

Les capteurs de roues

Ils donnent l'information vitesse de roues au calculateur ABS ou ESP (suivant équipement) pour anticiper les régulations afin d'éviter le blocage des roues.

Pour l'acquisition des vitesses de roues, on utilise soit :

• Des capteurs inductifs

Ce type de capteur produit une tension alternative d'allure sinusoïdale dont l'amplitude varie en fonction de la vitesse de rotation de la cible et de l'entrefer..

La fréquence du signal est l'image exacte de la vitesse de rotation.
Une vitesse de rotation minimum est nécessaire pour obtenir une tension exploitable par le calculateur.

Contrôle des capteurs inductifs :

Le signal de ces capteurs peut se contrôler en plaçant un oscilloscope ou un voltmètre alternatif entre ses deux fils et en faisant tourner la roue.

Pour contrôler l'état du capteur, il faut prendre sa résistance aux bornes de son connecteur. $R = 1600 \Omega \pm 320 \Omega$

Vitesse mini détectée : 2,75 Km/h

Entrefer : 0,3 à 1,2 mm

• Des capteurs de type Hall ou magnéto-résistifs

Pour faire fonctionner ce type de capteur, on a besoin d'une alimentation en tension extérieure. Sans cette alimentation en tension, le capteur ne peut fournir aucun signal.

Grâce à un encombrement réduit et un faible poids, ce capteur de vitesse peut être intégré sur le roulement de roue.

Le capteur est composé d'éléments sensibles qui sont généralement des modules de type Hall ou magnéto-résistifs.

Contrairement au capteur inductif, la tension en sortie est indépendante de la vitesse de rotation de la roue. Il est donc possible de mesurer la vitesse de la roue jusqu'à son immobilisation totale.

La fréquence du courant est proportionnelle à la vitesse de la roue.

Ce mode de transmission de signaux numériques via un seul conducteur est nettement moins

soumis aux signaux parasites que les capteurs inductifs et pourra offrir des possibilités plus étendues :

- transmission de l'information sur le sens de rotation des roues pouvant être utilisée pour les dispositifs de blocage en côte, fonctionnalité (option) qui empêche le véhicule de reculer lors d'un démarrage en côte grâce à un freinage ciblé,

- transmission d'une information permettant de diagnostiquer la valeur de l'entrefer.

Contrôle des capteurs à effet Hall :

Le signal de ces capteurs peut se contrôler à l'oscilloscope.

Le capteur doit être alimenté par le calculateur et il faut faire tourner la cible afin de faire défiler les pôles magnétiques. La tension relevée dépend de la valeur de la résistance de charge placée dans le calculateur ABS ou ESP.

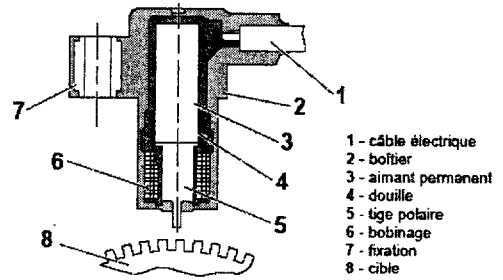


Figure 10

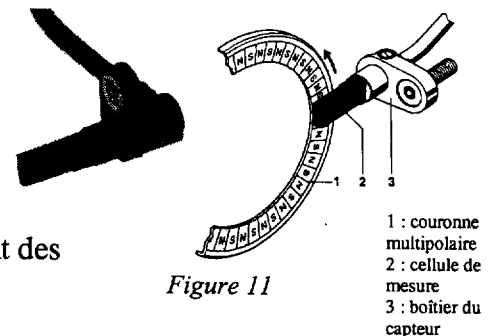


Figure 11



7. La fonction REF "répartition électronique de freinage"

Rappel répartition de freinage sur véhicule

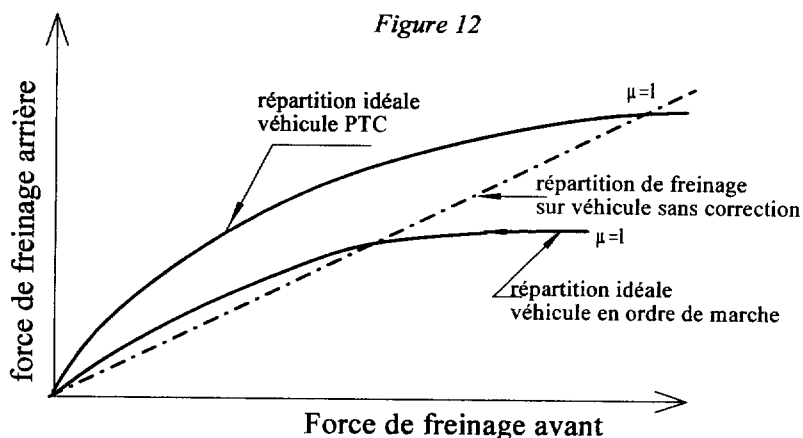
Une étude mécanique permet de déterminer la courbe d'**équiadhérence**, ou courbe idéale de freinage qui donne la bonne répartition des forces de freinage pour que les deux essieux utilisent toute l'adhérence disponible.

Son interprétation est la suivante :

Il existe une parabole pour chaque état de charge du véhicule.

Les deux paraboles extrêmes représentent

respectivement le véhicule en ordre de marche et le véhicule au PTC, (poids total en charge)



Les systèmes mécaniques ne permettent pas d'obtenir une parabole ; d'autre part la réglementation impose que la répartition réelle se situe sous la parabole, dans le domaine $0,2 \leq \mu \leq 0,8$ afin d'avoir une prépondérance de blocage de l'essieu avant, tout en respectant une décélération la plus grande possible.

Les roues avant doivent ainsi se bloquer avant les roues arrière ; l'inverse entraînerait le "Tête à queue".

Sans dispositif particulier de correction de freinage, on obtient une droite dont la pente dépend du dimensionnement des freins, la pression de freinage étant, elle, identique à l'avant comme à l'arrière.

Cette droite satisfait généralement les conditions demandées pour le véhicule au PTC, par contre à vide, il est nécessaire d'appliquer une correction à la pression de commande arrière avant le point d'intersection avec la parabole.

Les véhicules particuliers actuels sont souvent équipés d'un dispositif mécanique permettant de limiter la pression de freinage à l'arrière. Cela garantit une bonne stabilité et dirigeabilité du véhicule. De la solution la plus simple à la plus élaborée, on rencontre :

- la limitation de pression dans le circuit arrière, gage de sécurité dans toutes les situations (limiteur de pression : droite 1)
- la compensation pour concilier sécurité et efficacité qui se rapproche au plus près de la courbe idéale 2 (compensateur : droite 3)

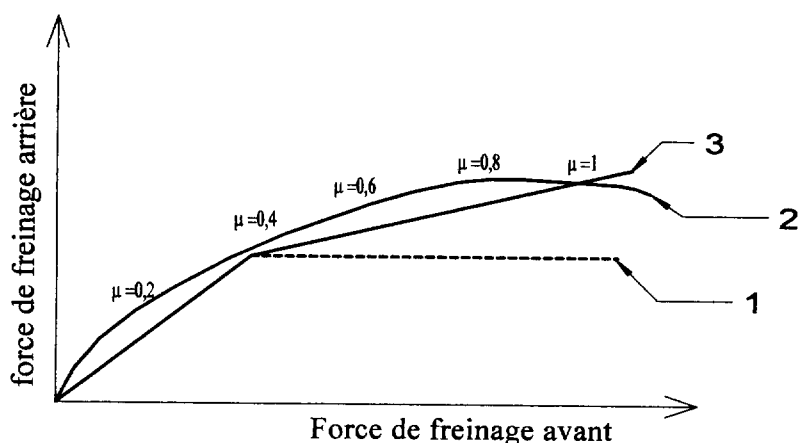


Figure 13

Nota : un dispositif d'asservissement à la charge permet de modifier le point de rupture entre pression avant et arrière pour être au plus près de chaque courbe de répartition idéale en fonction de la charge du véhicule.

La répartition électronique de freinage

En substitution de ces organes mécaniques, une fonction électronique, additionnelle à la logique ABS, est ajoutée au calculateur afin de limiter la pression de commande des freins arrière dans une plage de fonctionnement située avant celle d'intervention de l'ABS.

La figure ci-contre représente un exemple de régulation sur route très adhérente ($\mu = 1$). Ce dispositif assure une régulation en fonction du rapport de glissement roue arrière/roue avant. Si ce rapport vient à dépasser un seuil de stabilité prédéfini, la vanne ABS d'admission de la roue arrière correspondante se ferme. La pression arrière se stabilise. Si le conducteur augmente encore la force sur la pédale, la pression avant augmente et le rapport de glissement diminue, la vanne s'ouvre et la pression augmente de nouveau au niveau de la roue arrière. L'évolution de la pression en REF est en forme d'escalier et se rapproche assez bien de la courbe idéale.

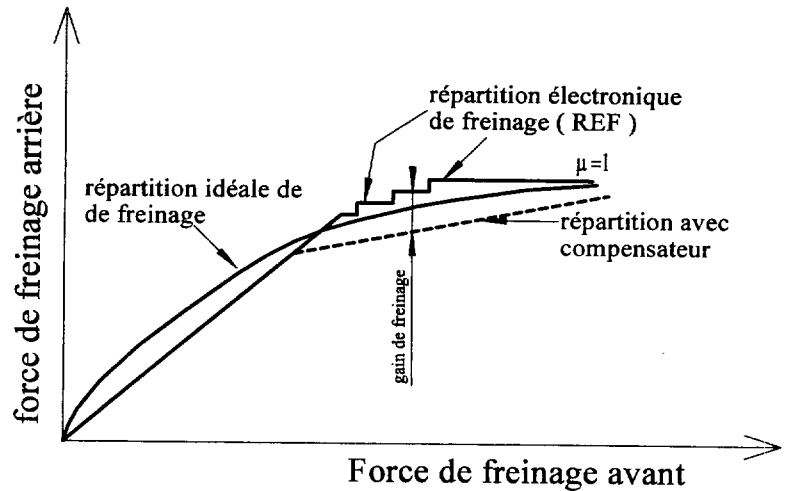


Figure 14

En cas de détection de risque de blocage (entrée dans la zone instable) le système provoque une chute de pression dans le circuit arrière (régulation ABS)

En résumé, ce système offre les avantages suivants :

- être plus proche de la courbe idéale de freinage d'où une plus grande décélération
- adaptation automatique aux différentes conditions de charge du véhicule,
- régulation constante durant toute la vie du véhicule.
- amélioration de la répartition du freinage sur chaque roue en fonction de l'adhérence des pneumatiques,
- suppression des limiteurs ou compensateurs conventionnels et modifications très minimes des composants ABS déjà installés,
- réduction des contraintes sur les freins avant et usure plus uniforme des garnitures avant arrière
- alerter le conducteur en cas de défaillance du système

8. La fonction AFU "aide au freinage d'urgence"

Assistance classique : Afin d'améliorer l'agrément de conduite, tous les dispositifs de freins actuels sont assistés par un amplificateur de freinage qui a pour but de diminuer l'effort de commande sur la pédale de freins.

Figure 15 : servofrein à assistance classique

C'est un système avec deux chambres séparées par une membrane. Lors du freinage un côté de cette membrane est soumis à la dépression (tubulure d'admission pour les moteurs à essence ou pompe à vide pour les moteurs Diesel) et l'autre à la pression atmosphérique. L'effort généré par cette différence de pression aide le conducteur à la mise en action des freins.

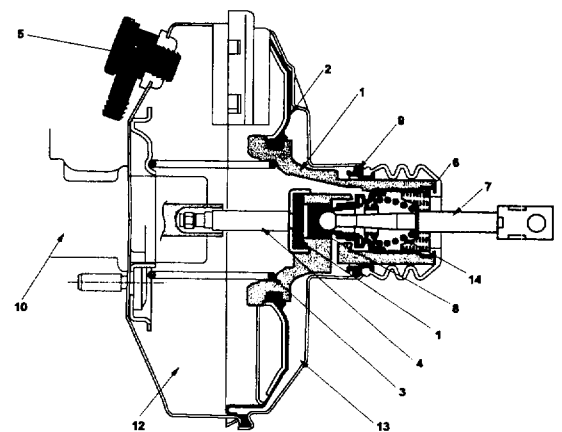


Figure 15

Lors d'un freinage d'urgence (obstacle apparaissant soudainement), le conducteur moyen exerce certes rapidement un effort sur la pédale mais avec une énergie souvent insuffisante.

Voici un graphique qui montre l'évolution de la pression dans un étrier avant en fonction du temps et de l'effort exercé par le conducteur sur la pédale de freins lors d'un freinage d'urgence.

Zone A

A la perception du danger, le conducteur appuie rapidement sur la pédale de freins mais sans exercer un effort très important (courbe 1).

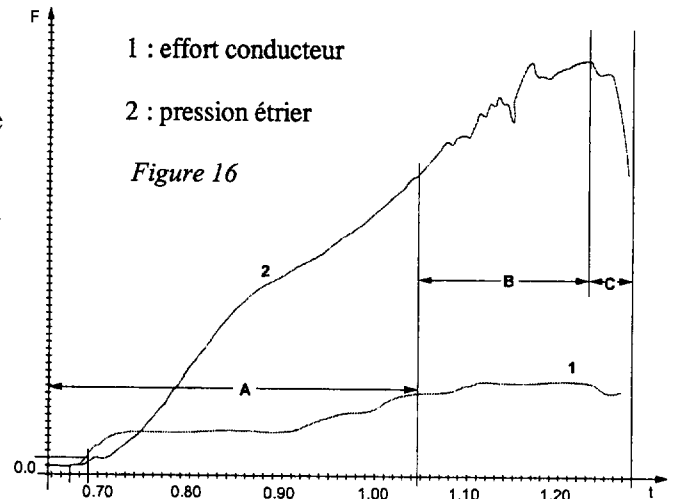
Zone B

Le conducteur constate que la décélération est insuffisante, il continue de déplacer la pédale de freins en exerçant alors un effort plus important (début de régulation).

Zone C

La pression dans les étriers est alors suffisante pour que la régulation de l'ABS soit active, la pression diminue (courbe 2).

Conclusion : Lors d'un freinage d'urgence, malgré sa volonté de freiner au maximum, le conducteur n'exerce pas immédiatement un effort suffisamment important sur la pédale de freins.



1 : effort conducteur

2 : pression étrier

Figure 16

Assistance avec aide au freinage d'urgence :

Le système d'aide au freinage d'urgence intégré dans le servofrein va détecter l'enfoncement rapide de la pédale et va augmenter d'une manière significative le rapport d'amplification du servofrein :

- Le rapport d'amplification ($F_{\text{freinage}}/F_{\text{conducteur}}$) en freinage normal est de d'environ 6.
- Le rapport d'amplification en freinage d'urgence est de 23.

Figure 17 : servofrein avec dispositif d'aide au freinage d'urgence

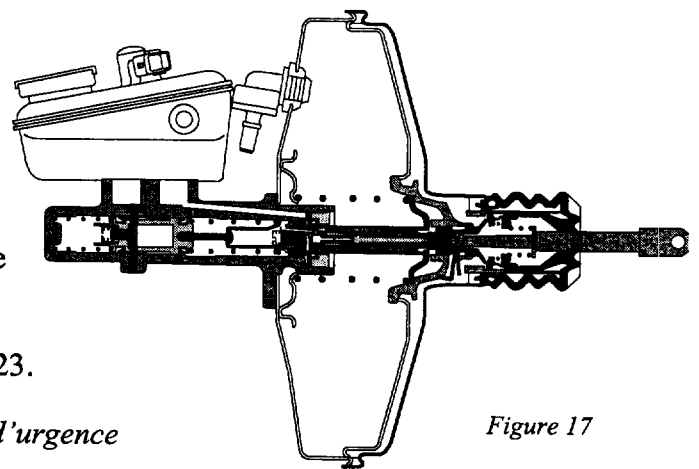
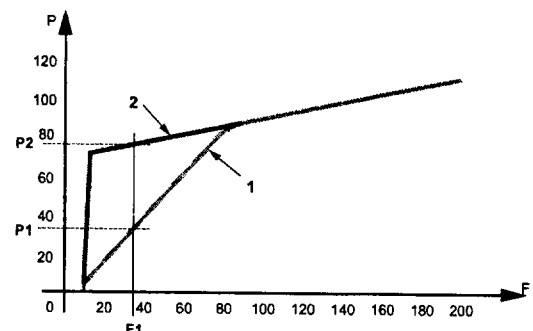


Figure 17

Principe de fonctionnement :

une vanne commandée par inertie est intégrée dans le servofrein. Dès que la vitesse d'actionnement de la pédale de frein dépasse une certaine valeur, la vanne ouvre soudainement la communication entre la chambre et la pression atmosphérique ce qui a pour effet de générer une amplification maximale de la force de freinage comme le montre la courbe 2 du diagramme ci-contre, la courbe 1 étant celle de l'assistance classique.



En conclusion, l'aide au freinage d'urgence permet :

- une décélération maximale malgré un effort insuffisant du conducteur
- une distance de freinage plus courte en cas de réaction de panique

9. Diagnostic et opérations après vente

En cas d'incohérence d'informations ou de dysfonctionnement, le calculateur allume au besoin une lampe témoin, avertissant le conducteur d'une défaillance du système.

La sécurité est cependant sauvegardée, le système se met en mode dégradé et autorise, en dernier recours, un freinage conventionnel.

D'autre part, le calculateur dispose d'un auto-diagnostic permettant de mettre en mémoire les défauts détectés.

Remarque : Les régulations d'ABS et de REF doivent être totalement opérationnelles jusqu'à une différence de développement de 12% entre les roues. Pour des différences de développement supérieures à 12 % le système passe en mode dégradé.

Lecture des défauts, des paramètres et test des actionneurs à l'aide de l'outil de diagnostic pour un véhicule équipé de l'ABS

Défauts :

- contact feu stop
- relais électrovanne
- glissement de roue
- calculateur
- télécodage calculateur
- niveau liquide de frein
- capteur de roue
- électrovanne d'admission ou d'échappement
- sous et surtension
- pompe de recirculation
- absence de communication avec le calculateur moteur
- absence de communication avec le BSI
- absence de communication avec l'ABS et les autres calculateurs
- absence de communication sur le réseau inter-systèmes (CAN)
- court circuit au plus sur un des deux fils du réseau inter-systèmes
- court circuit à la masse sur un des deux fils du réseau inter-systèmes

Paramètres :

- vitesse roue
- moteur de pompe
- pédale de frein
- relais électrovannes

Test actionneur

Pompe de recirculation, électrovanne échappement et admission

Remarques : lors du test actionneur des électrovannes, l'opérateur doit soulever la roue du véhicule et tourner la roue à la main. Lorsque les électrovannes fonctionnent correctement, il est possible de tourner la roue du véhicule par saccade pendant 5 secondes.

Modes dégradés (seules quelques défaillances utiles à l'étude sont données)

Le véhicule étudié est équipé de capteurs inductifs

Voyant  ABS : allumé  REF : éteint ESP : allumé

Composant défaillant	Défaillance détectée	Mode dégradé de la fonction ABS	Mode dégradé de la fonction REF	Mode dégradé de la fonction ASR/ESP	Mode dégradé des fonctions - vitesse du véhicule
Un capteur antiblocage de roue	Vitesse incohérente (trop basse, trop haute, variable)	Freinage classique	Normal (calcul de la vitesse de référence sur les 3 autres roues)	Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP	Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service
	Court circuit au plus, à la masse entre fils	Freinage classique	La logique fonctionne sur les données des trois autres roues	Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP	Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service
	Circuit ouvert	Freinage classique	La logique fonctionne sur les données des trois autres roues	Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP ?	Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service
Moteur de la pompe de recirculation	Pompe bloquée	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Circuit ouvert, court circuit	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Relais ouvert en permanence	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Relais fermé en permanence	Fonctionnel	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel

Voyant



ABS : allumé

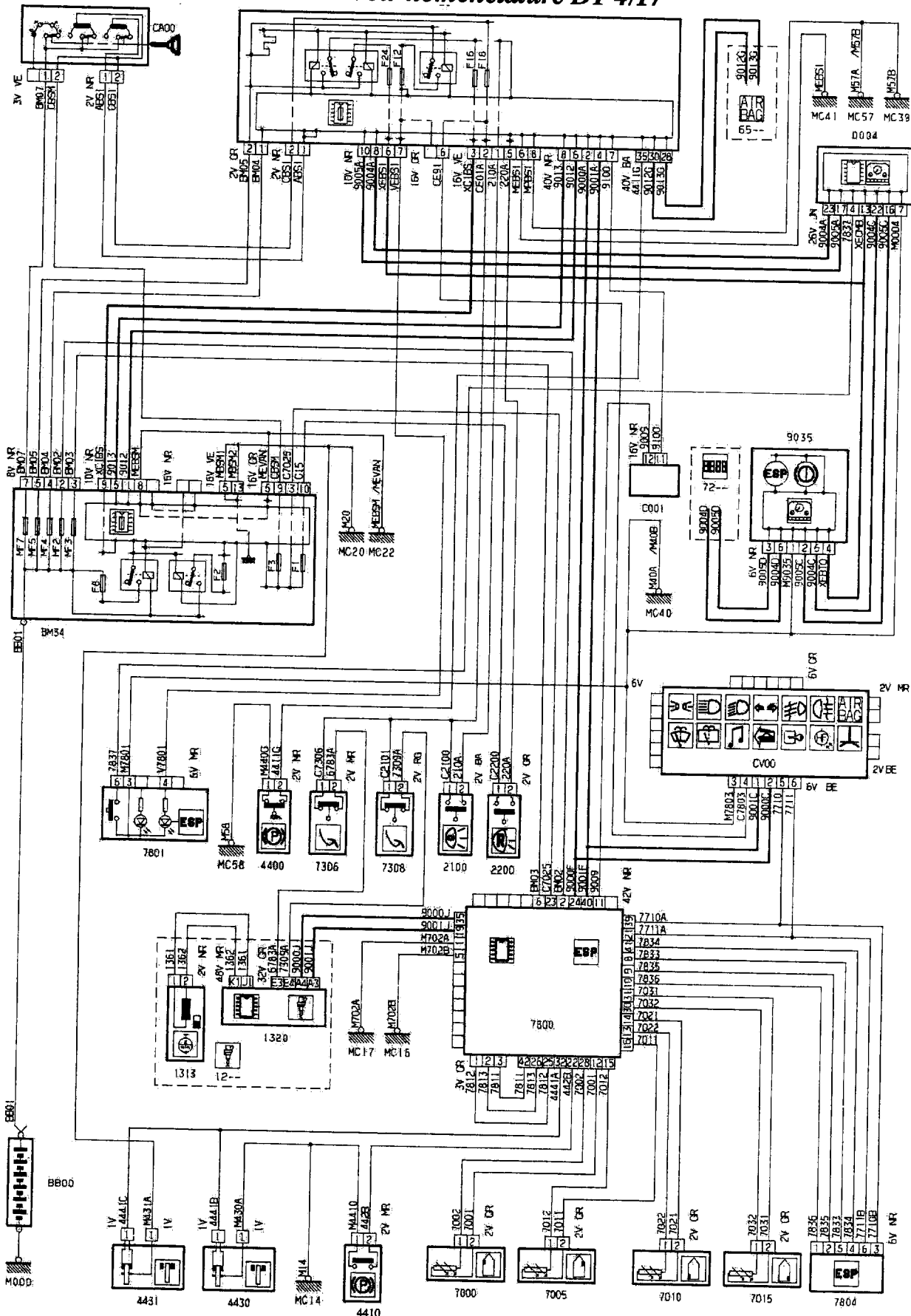


REF : allumé ESP : allumé

Composant défaillant	Défaillance détectée	Mode dégradé de la fonction ABS	Mode dégradé de la fonction REF	Mode dégradé de la fonction ASR/ESP	Mode dégradé des fonctions - vitesse du véhicule
Deux capteurs antiblocage de roue et plus	Vitesse incohérente (trop basse, trop haute, variable)	Freinage classique	Le système doit garantir la priorité donnée à l'essieu avant et à la stabilité du véhicule	Pas d'ASR pour la roue Pas d'ESP	Calculée sur les roues restantes Si quatre capteurs sont défaillants, le calculateur ne doit pas envoyer la vitesse ou un code invalide sur la ligne multiplexée, mais un état haut pour autoriser le système à envoyer une info de recharge
Electrovanne admission avant	Courant incohérent	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Défaut interne	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Court circuit à la masse, au +12, circuit ouvert	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Ouverte en permanence	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Fermée en permanence	Freinage classique	Non fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
Electrovanne échappement avant	Courant incohérent	Freinage classique	Mode dégradé	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Défaut interne	Freinage classique	Mode dégradé	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Court circuit à la masse, au +12, circuit ouvert	Freinage classique	Mode dégradé	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Ouverte en permanence	Freinage classique	Fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
	Fermée en permanence	Freinage classique	Non fonctionnel	Pas d'ESP	Fonctionnel
Sous-tension électrique	Tension d'alimentation inférieure à 10V pour ABS Tension d'alimentation inférieure à 8,5V pour le REF	Freinage classique	Non fonctionnel pour REF inférieur à 8,5V	Pas d'ESP	Fonctionnel pour une tension d'alimentation égale à 8,5V Non fonctionnel pour une tension d'alimentation inférieure à 8,5V pas d'envoi sur le réseau multiplexé de la vitesse ni de la distance et état haut sur la sortie filaire

Schéma électrique : calculateur ESP et son environnement

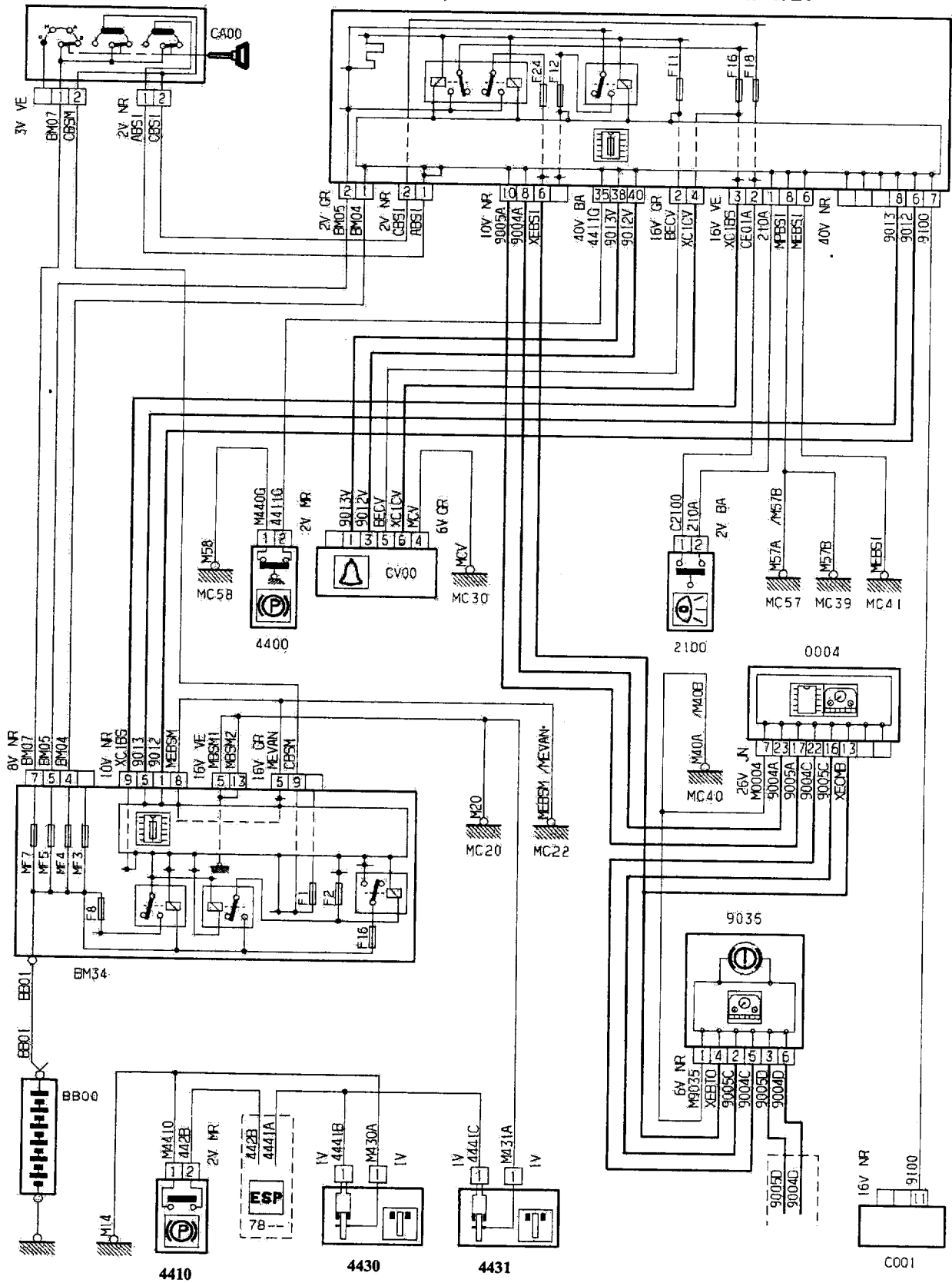
Voir nomenclature DT 4/17



Liaison multiplexée

Liaison filaire

Schéma électrique : voyant frein stationnement, niveau liquide de frein, voyant témoin usure de freins, ... Voir nomenclature DT 4/17



Liaison multiplexée

Liaison filaire