

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Hassiba BENBOUALI de Chlef
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Spécialité : Maintenance Industrielle

Thème :
**Systemes embarques et
Reprogrammation d'un véhicule**

Présenté par :

FERRAH Merouane

Encadré par :

Dr FEKAOUNI Med Faouzi

Membres de jury :

- ❖ Président : **Pr KHELIL A.**
- ❖ Examineur : **Dr FOUKRACHE M.**
- ❖ Examineur : **Dr MAIZIA A.**

Année universitaire : 20232024

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le Clément et le Miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Mohammed Faouzi FEKAOUNI, pour les orientations et les conseils qu'il a sus nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.

Un remerciement à tous les professeurs qui ont contribué à notre formation.

Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de nos profonds respects pour avoir pris la peine d'examiner le manuscrit.

Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Dédicace

Avant tous, je remercie Dieu le Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Je dédie ce mémoire :

A ma mère et mon père pour leurs patiences, leurs amours, leurs soutiens morale et financier, leurs encouragements et les sacrifices qu'ils ont enduré.

Que Dieu les garde et veillent sur eux.

A mes sœurs.

A toute ma famille

Abstract:

On-board systems made up of sensors, ECUs, actuators and communication networks that interact to ensure optimum vehicle operation are key elements in the technological evolution of modern cars.

Multimeters, oscilloscopes and scanners for precise measurement, reading and analysis of electrical circuits to provide the optimum solution.

Engine ECU reprogramming, meanwhile, offers the possibility of optimizing vehicle performance and reducing pollutant emissions by adjusting engine parameters.

The integration of these technologies, their impact on the automotive industry and the skills needed to master them are proving essential for the management of vehicle fleets increasingly equipped with these on-board systems, making future vehicles more intelligent and reliable.

Key words: Onboard Systems; Sensor; Computer; Actuator; Multiplexing; Scanner; Diagbox.

Résumé :

Les systèmes embarqués composés de capteurs, de calculateurs, d'actionneurs et de réseaux de communication qui interagissent pour assurer un fonctionnement optimal du véhicule sont des éléments clés de l'évolution technologique des voitures modernes.

Les multimètres, les oscilloscopes et les scanners pour une mesure, une lecture et une analyse précises des circuits électriques afin d'intervenir pour une solution optimale.

La reprogrammation des calculateurs moteurs, quant à elle, offre la possibilité d'optimiser les performances du véhicule et de réduire les émissions polluantes en ajustant les paramètres du moteur.

L'intégration de ces technologies, leurs impacts sur l'industrie automobile et les compétences nécessaires pour les maîtriser s'avère indispensable pour la gestion du parc automobiles doté de plus en plus de ces systèmes embarqués, rendant les véhicules futurs plus intelligents et fiables.

Mots clés : Systèmes Embarqués ; Capteur ; Calculateur ; Actionneur ; Multiplexage ; Scanner ; Diagbox.

ملخص:

تُعد الأنظمة المدججة على متن السيارة والمكونة من أجهزة الاستشعار ووحدات التحكم الإلكترونية والمشغلات وشبكات الاتصالات التي تتفاعل لضمان التشغيل الأمثل للسيارة عناصر أساسية في التطور التكنولوجي للسيارات الحديثة.

توفر أجهزة القياس المتعددة، وأجهزة قياس الذبذبات والمساحات الضوئية للقياس الدقيق وقراءة وتحليل الدوائر الكهربائية لتوفير الحل الأمثل .

وفي الوقت نفسه، توفر إعادة برمجة وحدة التحكم الإلكتروني في المحرك إمكانية تحسين أداء السيارة وتقليل الانبعاثات الملوثة من خلال تعديل معايير المحرك .

ويثبت تكامل هذه التقنيات وتأثيرها على صناعة السيارات والمهارات اللازمة لإتقانها أنها ضرورية لإدارة أساطيل المركبات المجهزة بشكل متزايد بهذه الأنظمة على متن المركبة، مما يجعل المركبات المستقبلية أكثر ذكاءً وموثوقية.

الكلمات المفتاحية: الأنظمة المدججة؛ المستشعر؛ كمبيوتر؛ المشغل؛ تعدد الإرسال؛ المساح الضوئي؛ دياج بوكس.

Table des matières :

Remerciement	
Dédicaces	
Abstract/Résumé/ملخص	
Table de matière	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
1. Systèmes embarqués	02
1.1. Capteur	02
1.1.1. Capteur de proximité	02
1.1.2. Capteur de vitesse de roue	03
1.1.3. Capteur de position de l'émetteur d'embrayage	04
1.1.4. Capteur de pluie et de luminosité	05
1.1.5. Capteur de hauteur de caisse	06
1.1.6. Capteur d'ensoleillement	07
1.1.7. Capteur de pression linéaire du fluide réfrigérant	08
1.1.8. Capteur de température extérieure	09
1.1.9. Capteur haute pression carburant	11
1.1.10. Capteur de position de siège	12
1.1.11. Capteur de position de la pédale d'accélérateur	14
1.1.12. Capteur point mort de boîte de vitesses	15
1.1.13. Capteur de dépression du circuit de freinage	16
1.1.14. Capteur d'angle volant de direction	17
1.1.15. Capteur de vilebrequin	17
1.1.16. Capteur de cliquetis	18
1.1.17. Capteur de pression différentielle du filtre à particules	19
1.1.18. Sonde à oxygène	20
1.1.19. Capteur de température d'eau moteur	20
1.1.20. Capteur de pression d'huile moteur	21
1.1.21. Capteur de niveau d'huile moteur	22
1.1.22. Le capteur d'arbre à cames	23
1.1.23. Capteur de température des gaz d'échappement	24
1.1.24. Capteurs de température de carburant	24
1.2. Calculateur	25
1.2.1. Boîtier mains-libres	25
1.2.1.1. Rôle en accès mains-libres	25
1.2.1.2. Rôle en démarrage mains-libres	25
1.2.1.3. Accès et démarrage par téléphone mobile	25
1.2.2. Boîtier d'état de charge batterie	25
1.2.2.1. Fonctions du boîtier d'état de charge batterie	25
1.2.2.2. Rôle des fonctions	26
1.2.3. Boîtier de servitude intelligent (BSI)	26
1.2.4. BSM	27
1.2.4.1. Relais	27
1.2.4.2. Fusibles	27
1.2.5. Boîtier de correction dynamique des projecteurs	28
1.2.6. Calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs	28
1.2.6.1. Protection directe des occupant	28
1.2.6.2. Surveillance système	28
1.2.6.3. Informations au conducteur	28

1.2.7. Calculateur d'aide au stationnement	29
1.2.8. Calculateur de contrôle dynamique de stabilité	30
1.2.9. Calculateur de direction assistée électrique	31
1.2.10. Calculateur d'aide au respect du temps inter véhicules	31
1.2.11. Calculateur de climatisation simple	31
1.2.12. Façade multifonction multiplexée	32
1.2.13. Calculateur moteur	33
1.2.14. Calculateur de boîte de vitesses automatique	33
1.3. Actionneurs	35
1.3.1. Les relais	35
1.3.2. Les électrovannes	36
1.3.3. Les électrovannes R.C.O	37
1.3.4. Les moteurs électriques	38
1.3.5. Les moteurs pas à pas	39
1.3.6. Les injecteurs	40
1.3.7. Les bobines d'allumage statique	41
1.3.8. Les bobines d'allumage jumostatique	42
1.4. Multiplexage	43
1.4.1. Classification des réseaux embarqués pour l'automobile	43
1.4.2. Les classes de multiplexage	44
2. Lecture et mesure des circuits électriques	45
2.1. Multimètre	45
2.1.1. Travail avec le multimètre	47
2.1.2. Mesure avec le multimètre	47
2.1.3. Mesure de la tension	47
2.1.4. Mesure de l'intensité du courant	48
2.1.5. Mesure de la résistance	48
2.2. Oscilloscope	49
2.2.1. Les sondes d'un oscilloscope	51
3. Scanner	52
3.1. Fonctionnement d'un scanner	52
3.1.1. Interface de connexion	52
3.1.2. Communication avec l'ECU (unité de contrôle du moteur)	52
3.1.3. Codes de diagnostic (DTC)	52
3.2. Fonctions du scanner	52
3.2.1. Lecture des codes de défaut	52
3.2.2. Effacement des codes de défaut	52
3.2.3. Lecture des données en temps réel	52
3.2.4. Test des systèmes et composants	52
3.3. Types de scanners	52
3.3.1. Scanners de base	52
3.3.2. Scanners avancés	53
3.3.3. Scanners professionnels	53
3.4. Processus d'utilisation d'un scanner automobile	53
3.5. Marques de scanner	53
3.5.1. Hautel	53
3.5.1.1. Fonctionnalités et techniques d'un scanner Hautel	53
3.5.1.2. Utilisation d'un scanner Hautel	54
3.5.2. Diagbox	56
3.5.2.1. Fonctionnalités de Diagbox	56
3.5.2.2. Utilisation du Diagbox	57

4. Reprogrammation du calculateur moteur	59
4.1. Courbes caractéristiques du moteur	59
4.1.1. Stage 1	59
4.1.2. Stage 2	59
4.1.3. Mode ECO	60
4.2. Système antipollution	60
4.2.1. AdBlue	60
4.2.1.1. Les problèmes causés par l'AdBlue	60
4.2.1.2. La solution par reprogrammation	60
4.2.2. Filtre à particule	60
4.2.2.1. Les problèmes causés par le filtre à particule	61
4.2.2.2. La solution par reprogrammation	61
4.3. Programmeur	61
4.3.1. Les principaux modes de lecture de l'ECU incluent	61
4.3.2. Fonctionnement des modes de lecture et d'écriture de l'ECU	62
Conclusion générale	66
Bibliographie	

Liste des figures

Figure 1.1	Capteur de proximité	02
Figure 1.2	Signal capteur de proximité	02
Figure 1.3	Signal capteur vitesse de roue	03
Figure 1.4	Capteur vitesse de roue	03
Figure 1.5	Capteur de position de l'émetteur d'embrayage	04
Figure 1.6	Signal capteur position d'embrayage	04
Figure 1.7	Capteur de position de l'embrayage	05
Figure 1.8	Capteur de pluie	05
Figure 1.9	Capteur de hauteur de caisse	06
Figure 1.10	Signal capteur de hauteur de caisse avant	07
Figure 1.11	Signal Capteur arrière de hauteur de caisse	07
Figure 1.12	Signal Capteur d'enseillement	08
Figure 1.13	Capteur d'enseillement	08
Figure 1.14	Signal capteur d'enseillement	09
Figure 1.15	Capteur de pression de fluide réfrigérant	09
Figure 1.16	Courbe de référence et plage d'utilisation	10
Figure 1.17	Capteur de température extérieure	10
Figure 1.18	Schéma de fonctionnement d'un Capteur haute pression carburant	11
Figure 1.19	Courbe de référence et plage d'utilisation	11
Figure 1.20	Capteur haute pression carburant	12
Figure 1.21	Signal de capteur de position de siège	12
Figure 1.22	Capteur de position de siège	12
Figure 1.23	Capteur de position de siège	13
Figure 1.24	Courbe de référence	14
Figure 1.25	Capteur de position de la pédale d'accélérateur	14
Figure 1.26	Capteur point mort de boîte de vitesses	15
Figure 1.27	Schéma de fonctionnement d'un Capteur de dépression du circuit de freinage	16
Figure 1.28	Capteur de dépression du circuit de freinage	16
Figure 1.29	Capteur d'angle volant de direction	17
Figure 1.30	Capteur de vilebrequin	18
Figure 1.31	Capteur de cliquetis	19
Figure 1.32	Schéma de fonctionnement d'un Capteur de pression différentielle du filtre à particules	20
Figure 1.33	Capteur de pression différentielle du filtre à particules	20
Figure 1.34	Sonde à oxygène	20
Figure 1.35	Capteur de température d'eau moteur	21
Figure 1.36	Schéma de fonctionnement d'un capteur de pression d'huile	21
Figure 1.37	Capteur de pression d'huile moteur	22
Figure 1.38	Schéma de fonctionnement d'un Capteur de niveau d'huile moteur	22
Figure 1.39	Capteur de niveau d'huile moteur	23
Figure 1.40	Le capteur d'arbre à cames	23
Figure 1.41	Capteur de température des gaz d'échappement	24
Figure 1.42	Capteurs de température de carburant	24
Figure 1.43	Boîtier d'état de charge batterie	26
Figure 1.44	BSI	27
Figure 1.45	BSM	28
Figure 1.46	Calculateur de coussins gonflables	29
Figure 1.47	Calculateur d'aide au stationnement	29
Figure 1.48	Calculateur de contrôle dynamique de stabilité	30
Figure 1.49	Calculateur de direction assistée électrique	31
Figure 1.50	Calculateur de climatisation simple	32
Figure 1.51	Façade multifonction multiplexée	32

Figure 1.52	Calculateur moteur	33
Figure 1.53	Calculateur de boîte de vitesses automatique	34
Figure 1.54	Signale de commande de relai	35
Figure 1.55	Shéma de relai	35
Figure 1.56	Contrôle de relai	35
Figure 1.57	Signale de commande de l'électrovannes	36
Figure 1.58	Schéma de l'électrovanne	36
Figure 1.59	Contrôle de l'électrovanne	36
Figure 1.60	Signale de commande de l'électrovannes R.C.O	37
Figure 1.61	Schéma de l'électrovannes R.C.O	37
Figure 1.62	Contrôle de l'électrovanne R.C.O	37
Figure 1.63	Signale de commande du moteur électrique	38
Figure 1.64	Schéma d'un moteur électrique	38
Figure 1.65	Contrôle du moteur électrique	38
Figure 1.66	Signale de Commande d'un moteur pas à pas	39
Figure 1.67	Schéma d'un moteur pas à pas	39
Figure 1.68	Contrôle d'un moteur pas à pas	39
Figure 1.69	Signale de commande d'injecteur	40
Figure 1.70	Schéma d'injecteur	40
Figure 1.71	Contrôle d'injecteur	40
Figure 1.72	Signale de commande de bobine d'allumage statique	41
Figure 1.73	Schéma de bobine d'allumage statique	41
Figure 1.74	Contrôle de bobine d'allumage statique	41
Figure 1.75	Signale de commande de bobine s'allumage jumostatique	42
Figure 1.76	Schéma de bobine s'allumage jumostatique	42
Figure 1.77	Contrôle de bobine s'allumage jumostatique	42
Figure 2.1	Multimètre analogique	45
Figure 2.2	Multimètre numérique	46
Figure 2.3	Circuit de tension	47
Figure 2.4	Circuit d'intensité	48
Figure 2.5	Circuit de résistance	49
Figure 2.6	Oscilloscope analogique	50
Figure 2.7	Oscilloscope numérique	50
Figure 2.8	Courbe centrale	51
Figure 3.1	Scanner Hautel	55
Figure 3.2	Diagbox	58
Figure 4.1	OBD Mode	63
Figure 4.2	Mode Bench	63
Figure 4.3	Mode Boot	64
Figure 4.4	Mode BDM	65
Figure 4.5	Mode K-Line/CAN	65

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Caractéristique électrique	09
Tableau 1.2	Caractéristique électrique	12
Tableau 1.3	Les actions de Calculateur de contrôle dynamique de stabilité	30
Tableau 1.4	Classification des réseaux embarqués automobile (SAE)	44

Introduction Générale :

Les systèmes embarqués composés de capteurs, de calculateurs, d'actionneurs et de réseaux de communication qui interagissent pour assurer un fonctionnement optimal du véhicule sont des éléments clés de l'évolution technologique des voitures modernes. Ils permettent une gestion efficace et intelligente des fonctions du véhicule, améliorant ainsi la sécurité, la performance et le confort et de réduire les émissions polluantes. La reprogrammation des calculateurs moteurs, quant à elle, offre la possibilité d'optimiser les performances du véhicule et de réduire les émissions polluantes en ajustant les paramètres du moteur. Ce processus, essentiel dans le développement de véhicules plus écologiques et performants, utilise des outils avancés tels que les multimètres, les oscilloscopes et les scanners pour une mesure, une lecture et une analyse précises des circuits électriques afin d'intervenir pour une solution optimale.

L'intégration de ces technologies, leurs impacts sur l'industrie automobile et les compétences nécessaires pour les maîtriser s'avère indispensable pour la gestion du parc automobiles doté de plus en plus de ces systèmes embarqués.

Ces optiques nous ont conduit à faire le choix de ce sujet qui consiste en « Systèmes embarqués et reprogrammation d'un véhicule » Notre travail consiste à la présentation des systèmes embarqués (capteurs, calculateurs, actionneurs et multiplexage) dans le premier chapitre, Le deuxième chapitre traite les outils de lectures et mesures des circuits électriques par multimètre et oscilloscope, Le chapitre trois se focalise sur le scanner et ses applications, Le chapitre quatre propose la reprogrammation de calculateur moteur et enfin une conclusion générale .

1. Systèmes embarqués :

1.1. Capteur :

1.1.1. Capteur de proximité :

➤ **Rôle :**

Le capteur de proximité permet de renvoyer au calculateur d'aide au stationnement les informations de détection d'obstacle de proximité.

➤ **Fonctionnement :**

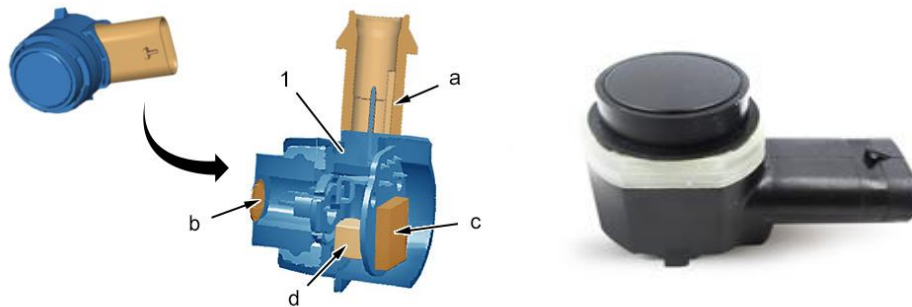


Figure 1.1 : Capteur de proximité [1]

(1) Capteur de proximité.

"a" Connecteur.

"b" Membrane vibratoire (pouvant être peinte).

"c" Asic (Electronique).

"d" Transformateur.

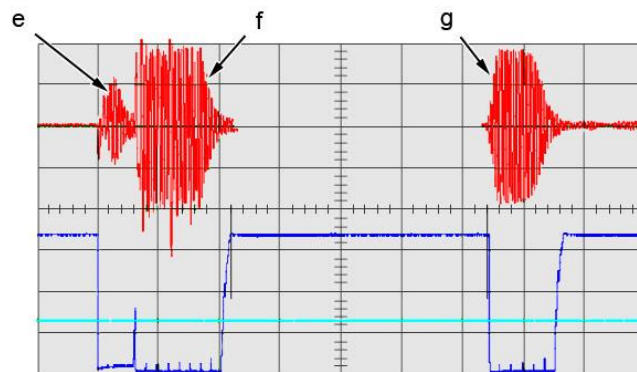


Figure 1.2 : Signal capteur de proximité

"e" Impulsion émise par la membrane du capteur de proximité.

"f" Vibration de la membrane due à l'émission de l'impulsion.

"g" Écho de l'obstacle.

Rouge : Signal analogique.

Bleu : Signal numérique envoyé au calculateur d'aide au stationnement.

Le capteur de proximité envoie un signal ultrason "e".

La membrane "b" continue à vibrer, ce qui limite la détection possible durant la phase de vibration "f" de la membrane, et l'impossibilité de détecter un obstacle en dessous de 30 cm.

L'obstacle est détecté dès qu'un écho "g" est reçu par le capteur de proximité.

Le temps de réponse de l'écho permet de connaître la distance entre l'obstacle et le véhicule.

1.1.2. Capteur de vitesse de roue :

Le capteur de vitesse de roue est un capteur à effet Hall.

➤ **Rôle :**

Le capteur de vitesse de roue avant permet de connaître la vitesse de la roue.

La mesure de la vitesse de la roue permet de connaître l'état de l'adhérence de la roue avec la route.

➤ **Fonctionnement :**

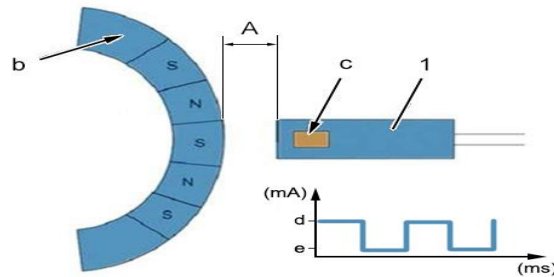


Figure 1.3 : Signal capteur vitesse de roue [2]

(1) Capteur de vitesse de roue avant.

(mA) Intensité (En milliampères).

(ms) Temps (En millisecondes).

"b" Cible magnétique.

"c" Cellule détectrice.

"d" 14 mA.

"e" 7 mA.

"A" Entrefer.

"N" Nord.

"S" Sud

Le capteur de vitesse de roue avant est fixé face à une cible magnétique de 48 paires de pôles.

Le capteur de vitesse de roue avant est composé d'un élément sensible aux variations de champ magnétique et d'une électronique de traitement.

Le capteur de vitesse de roue avant reçoit une fréquence magnétique émise par la cible magnétique "b".

La succession des pôles Nord-Sud de la cible fait commuter la sortie électrique du capteur de vitesse de roue.

La fréquence des commutations permet de donner l'information de vitesse de roue.

La tension nominale du capteur de vitesse de roue est de 12 V.



Figure 1.4 : Capteur vitesse de roue

1.1.3. Capteur de position de l'émetteur d'embrayage :

Le capteur de position est de type à effet Hall.

➤ **Rôle :**

Le capteur de position de l'émetteur d'embrayage mesure en continu la position du piston de l'émetteur d'embrayage à l'aide de 2 sondes à effet Hall.

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur de position de l'émetteur d'embrayage est alimenté par une tension continue et régulée de $5 \pm 0,25$ V.

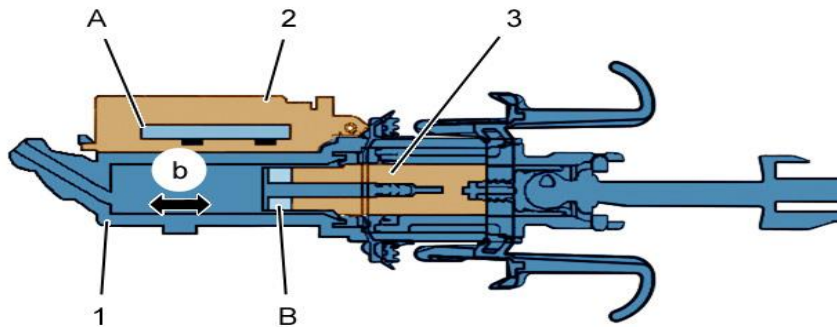


Figure 1.5 : Capteur de position de l'émetteur d'embrayage.[1]

(1) Émetteur d'embrayage.

(2) Capteur de position de l'émetteur d'embrayage.

(3) Piston de l'émetteur d'embrayage.

"A" Sonde à effet hall.

"B" Aimant.

"b" Déplacement du piston de l'émetteur d'embrayage.

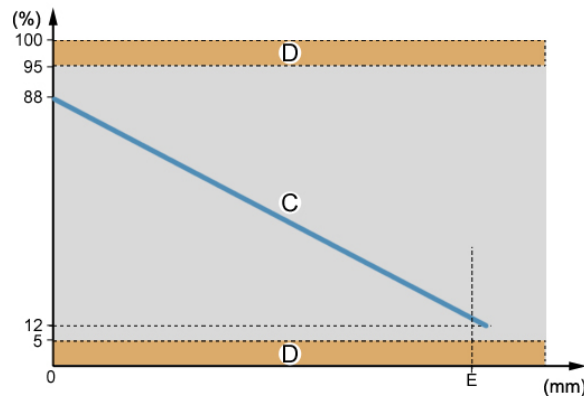


Figure 1.6 : Signal capteur position d'embrayage [3]

(%) Signal de sortie du capteur de position de l'émetteur d'embrayage (Rapport cyclique d'ouverture) En pourcentage.

(mm) Course du piston de l'émetteur d'embrayage (En millimètre).

"C" Fonction de transfert du signal émis par le capteur de position émetteur d'embrayage.

"D" Zone de diagnostic.

"E" Fin de course de l'émetteur d'embrayage.



Figure1.7 : Capteur de position de l'embrayage [1]

1.1.4. Capteur de pluie et de luminosité :

Le capteur de pluie et de luminosité est un système intégré monobloc monté sur la face intérieure du pare-brise et connecté au réseau multiplexé du véhicule.

Le capteur de pluie et de luminosité comporte les éléments suivants :

- Embase collée sur le pare-brise
- Un boîtier comportant les éléments de détection, l'électronique de traitement et l'interface avec le réseau multiplexé.

➤ Rôle :

Le rôle du capteur de pluie et de luminosité est de détecter et d'analyser les conditions de luminosité et de pluviosité dans lesquelles se trouve le véhicule afin de gérer les fonctions suivantes.

Fonctions du capteur de pluie et de luminosité :

- Capteur de pluie
- Capteur de luminosité
- Essuyage automatique (Fonction du capteur de pluie)
- Allumage automatique des feux de croisement (Fonction du capteur de luminosité)

- Capteur de pluie :

Le capteur de pluie effectue des demandes d'essuyage en fonction de la quantité d'eau présente sur le pare-brise et de son évolution dans le temps.

Suivant le mode d'essuyage automatique activé, la vitesse du véhicule ainsi que la quantité d'eau sur le pare-brise, le capteur de pluie communique une consigne de vitesse des balais d'essuyage au boîtier de servitude intelligent.



Figure 1.8 : Capteur de pluie [2]

- **Capteur de luminosité :**

En fonction de la quantité de lumière reçue par le capteur de luminosité, le capteur de luminosité effectue des demandes d'allumage et d'extinction des feux suivants :

- Feux de position avant et arrière
- Feux de croisement
- Feux éclairant la plaque de police

1.1.5. Capteur de hauteur de caisse :

Les capteurs de hauteur de caisse sont de type numérique.

➤ **Rôle :**

Les capteurs de hauteur de caisse envoient la hauteur de caisse moyenne et les débattements de la suspension au correcteur dynamique de site projecteur.

➤ **Fonctionnement :**

Une variation de la hauteur de caisse fait varier l'angle du capteur de hauteur de caisse, ce qui modifie la tension de sortie du capteur.

La valeur négative de l'angle du capteur de hauteur de caisse correspond à la compression de la suspension.

La valeur positive de l'angle du capteur de hauteur de caisse correspond à la détente de la suspension.



Figure 1.9 : Capteur de hauteur de caisse [2]

- **Capteur de hauteur de caisse avant :**

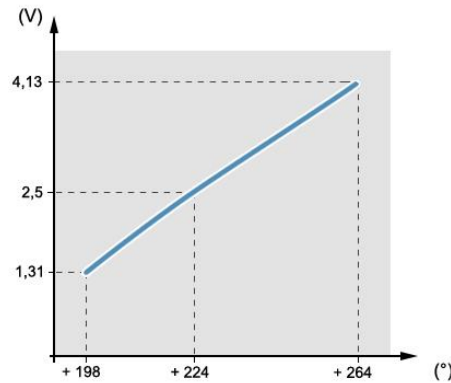


Figure 1.10 : Signal capteur de hauteur de caisse [3]

- (V) Tension de sortie du capteur de hauteur de caisse (En Volt).
 (°) Angle du capteur de hauteur de caisse (En degrés).

- **Capteur arrière de hauteur de caisse :**

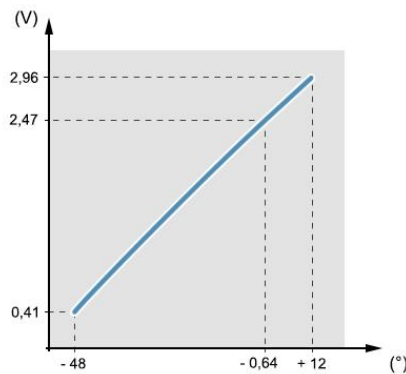


Figure 1.11 : Signal Capteur arrière de hauteur de caisse [3]

- (V) Tension de sortie du capteur de hauteur de caisse (En Volt).
 (°) Angle du capteur de hauteur de caisse (En degrés).

1.1.6. Capteur d'ensoleillement :

Un capteur d'ensoleillement est une photodiode (et une résistance en parallèle). La photodiode génère un courant proportionnel à la quantité de photons qu'elle capte. Un capuchon situé au-dessus de la photodiode sert de filtre destiné à laisser passer à l'intérieur du capteur des longueurs d'onde spécifiques (infrarouge et visible). Le capuchon situé au-dessus de la photodiode sert aussi à atténuer la réponse du capteur lorsque le rayonnement solaire est perpendiculaire à la surface de la photodiode.

➤ **Rôle :**

Le capteur d'ensoleillement s'intègre dans un dispositif de régulation de température.

La fonction de ce capteur est de donner une information électrique qui soit proportionnelle à la puissance calorifique apportée par le rayonnement solaire.

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur donne une image représentative de l'ensoleillement, ainsi que de l'intensité du rayonnement dans l'habitacle.

Le signal électrique fourni par le capteur a une intensité directement proportionnelle à l'intensité lumineuse qu'il reçoit.

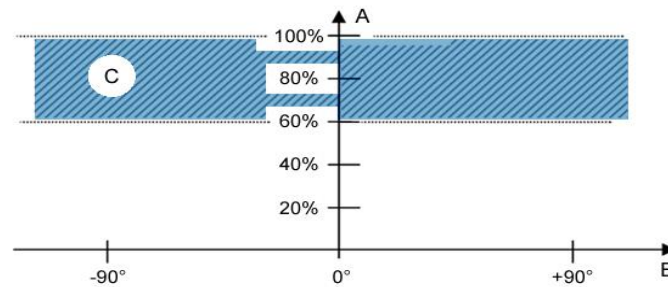


Figure 1.12 : Signal Capteur d'ensoleillement [3]

"A" Réponse.

"B" Angle en site sur les 360° d'azimut.

"C" Zone de réponse.

Quelle que soit l'orientation de la source lumineuse, le capteur fournit une réponse au minimum égale à 60% de la réponse maximum.

Si, à ensoleillement et angle en site donné, sur les 360° en azimut, le capteur fournit une réponse plus élevée à 0°, alors c'est la réponse maximum.



Figure 1.13 : Capteur d'ensoleillement [1]

1.1.7. Capteur de pression linéaire du fluide réfrigérant :

Le capteur est de type capacitif.

➤ **Rôle :**

Le capteur de pression linéaire du fluide réfrigérant mesure la pression de la boucle froide du circuit de réfrigération.

➤ **Caractéristiques électriques :**

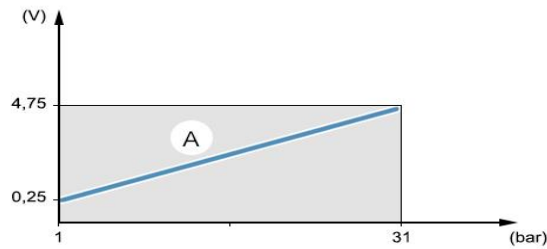


Figure 1.14 : Signal capteur d'ensoleillement [3]

(V) Tension de sortie (En volts).

(bar) Pression du circuit de réfrigération mesurée par le capteur de pression linéaire (En bars).

"A" Variation de la tension de sortie en fonction de la pression du circuit de réfrigération.

Le capteur de pression linéaire du fluide réfrigérant fournit une tension proportionnelle à la pression du circuit réfrigération.

Si la pression mesurée est inférieure à 1bar, la tension de sortie est de 0 V.

Tableau 1.1 : Caractéristique électrique

Désignation	Valeur	Unité
Tension d'alimentation	$5 \pm 0,5$	V
Courant d'alimentation	7	mA



Figure 1.15 : Capteur de pression de fluide réfrigérant

1.1.8. Capteur de température extérieure :

Le capteur de température extérieure est situé dans le rétroviseur extérieur droit. Il est constitué d'une résistance linéaire et d'une thermistance.

➤ **Rôle :**

Le capteur de température extérieure permet d'acquérir la température extérieure ambiante.

➤ **Fonctionnement** : Courbe de référence et plage d'utilisation

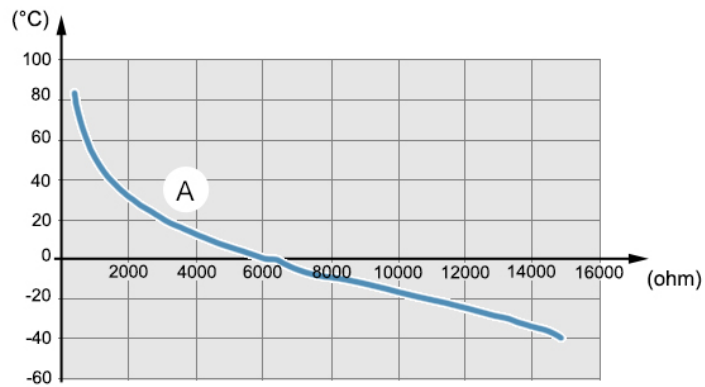


Figure 1.16 : Courbe de référence et plage d'utilisation [4]

(°C) Température extérieure (En degrés Celsius).

(Ohm) Résistance (En ohms).

"A" Variation de la température extérieure en fonction de la résistance.

La valeur de la résistance linéaire est fonction de la température extérieure.

La précision du capteur de température extérieure est de :

- 1,0°C dans une plage variant de -40°C à -10°C
- 0,7°C dans une plage variant de -10°C à +30°C
- 1,5°C dans une plage variant de +30°C à +85°C



Figure 1.17 : Capteur de température extérieure

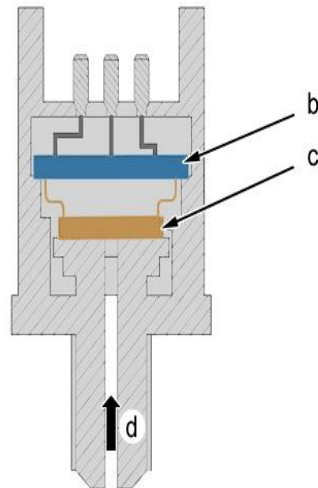
1.1.9. Capteur haute pression carburant :

Le capteur haute pression essence est de type piézo-résistif.

➤ **Rôle :**

Le capteur mesure la valeur de la haute pression dans la rampe d'injection commune haute pression carburant.

➤ **Fonctionnement :**



"b" Plaquette résistive.

"c" Diaphragme.

"d" Entrée de l'essence dans le capteur.

Le capteur est un capteur passif avec électronique intégrée, alimenté par le calculateur contrôle moteur (Plus 5 V).

La résistance du capteur varie en fonction de la pression appliquée sur son diaphragme (Plus la pression augmente, plus sa résistance augmente).

Figure 1.18 : Schéma de fonctionnement d'un capteur haute pression carburant

➤ **Caractéristiques électriques :**

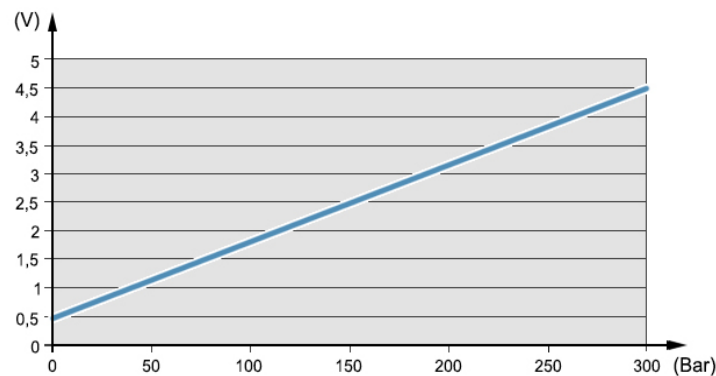


Figure1.19 : Courbe de référence et plage d'utilisation [3]

"V" Tension de sortie du capteur haute pression carburant (En volts).

"Bar" Pression du carburant dans la rampe d'injection (En bars).

La tension de sortie du capteur haute pression essence est proportionnelle à la pression du carburant dans la rampe d'injection commune haute pression carburant.

Tableau 1.2 : Caractéristique électrique

Désignation	Valeur
Tension d'alimentation (En volts)	$5 \pm 0,25$ V
Courant d'alimentation (En milliampères)	15 mA
Gamme de pression mesurée (En bars)	Pression mesurée comprise entre 0 et 300 bars



Figure 1.20 : Capteur haute pression carburant

1.1.10. Capteur de position de siège :

➤ **Rôle :**

Le capteur de position de siège fournit la position du siège conducteur au calculateur de coussins gonflables et pré-tensionneurs pour adapter le volume de gonflage du coussin gonflable frontal conducteur.

➤ **Fonctionnement :**

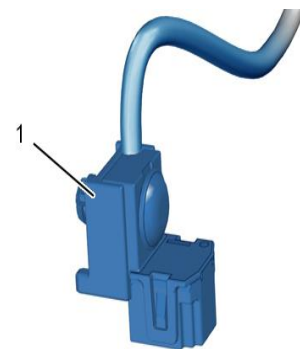
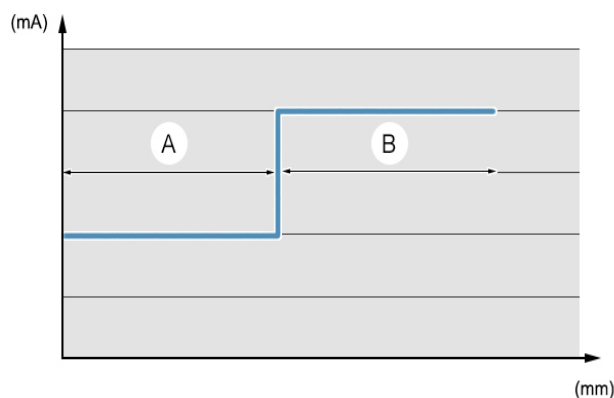


Figure 1.21 : Signal de capteur de position de siège [3] Figure 1.22 : Capteur de position de siège

(mm) : Distance parcourue par le siège (En millimètre).

(mA) : Intensité du courant absorbée par le capteur de position de siège (En milliampères).

"A" : Siège en position arrière.

"B" : Siège en position avant.

Le capteur de position de siège est composé d'un élément sensible aux variations du champ magnétique (effet hall) et d'une électronique de traitement.

Le capteur de position de siège est fixé sur la glissière du siège.

Le capteur de position de siège transmet une intensité de courant variable en fonction de la position du siège :

- Si le capteur de position de siège se trouve au-dessus de la glissière fixée sur le plancher avant de l'habitacle : L'intensité de courant transmise est comprise entre 5 et 7 mA ; Le calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs reconnaît que le siège est dans la zone "A" : Siège en position arrière
- Si le capteur de position de siège se trouve en dehors de la glissière fixée sur le plancher avant de l'habitacle : L'intensité de courant transmise est comprise entre 12 et 17 mA ; Le calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs reconnaît que le siège est dans la zone "B" : Siège en position avant
- Si le capteur de position de siège se trouve en dehors de la glissière fixée sur le plancher avant de l'habitacle : L'intensité de courant transmise est comprise entre 12 et 17 mA ; Le calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs reconnaît que le siège est dans la zone "B" : Siège en position avant



Figure 1.23 : Capteur de position de siège

1.1.11. Capteur de position de la pédale d'accélérateur :

Le capteur de position de la pédale d'accélérateur est de type analogique à effet Hall.

➤ **Rôle :**

Le capteur de position de la pédale d'accélérateur détecte et transmet en permanence la position de la pédale d'accélérateur.

➤ **Fonctionnement :**

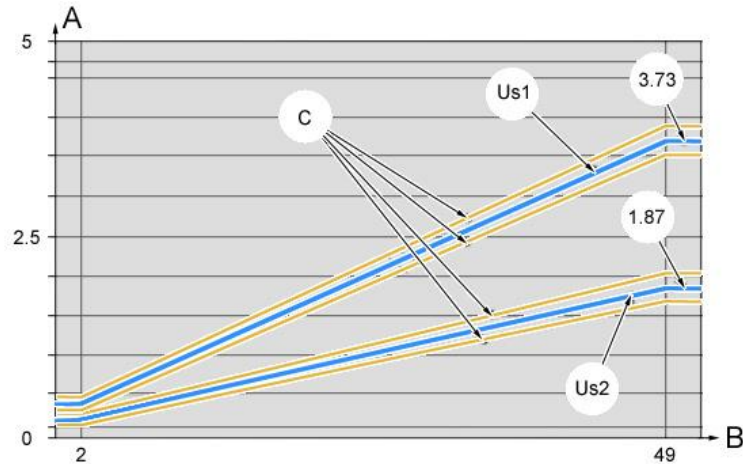


Figure 1.24 : Courbe de référence [3]

"A" Valeur de la tension de sortie (U_s) en V pour une tension d'entrée de 5 V.

"B" Course de la pédale (En millimètre).

"C" Écart mini et maxi des tensions de sorties.

"Us1" Tension de sortie : Signal N° 1.

"Us2" Tension de sortie : Signal N° 2.

La position exacte de la pédale d'accélérateur est transmise au calculateur contrôle moteur sous forme de deux tensions de sorties (U_{s1} et U_{s2}).

Lorsque la position de la pédale d'accélérateur varie, la position angulaire entre l'aimant et le capteur à effet Hall varie, entraînant une variation du champ magnétique.

Les tensions de sorties sont directement déduites de la variation de ce champ magnétique.



Figure 1.25 : Capteur de position de la pédale d'accélérateur

1.1.12. Capteur point mort de boîte de vitesses :

Le capteur point mort de boîte de vitesses est de type à effet Hall.

➤ **Rôle :**

Le capteur point mort de boîte de vitesses informe le calculateur de contrôle moteur de la position de la fourchette de sélection de vitesses.

➤ **Fonctionnement :**

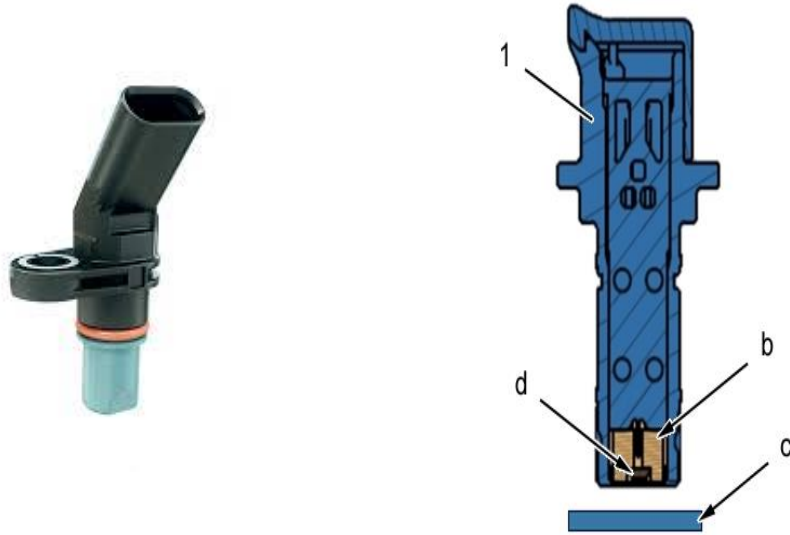


Figure 1.26 : Capteur point mort de boîte de vitesses

(1) Capteur point mort de boîte de vitesses.

"b" Aimant permanent.

"c" Cible extérieure.

"d" Cellule de détection.

Le capteur point mort de boîte de vitesses détecte les variations de l'entrefer entre la cellule de détection "d" et la cible "c".

La variation de l'entrefer modifie le signal de sortie du capteur point mort de boîte de vitesses.

1.1.13. Capteur de dépression du circuit de freinage :

Capteur piézorésistif.

➤ **Rôle :**

Le capteur de dépression du circuit de freinage mesure la dépression d'air dans le circuit de vide d'assistance freinage pour les moteurs équipés de la fonction Stop and Start.

➤ **Fonctionnement :**

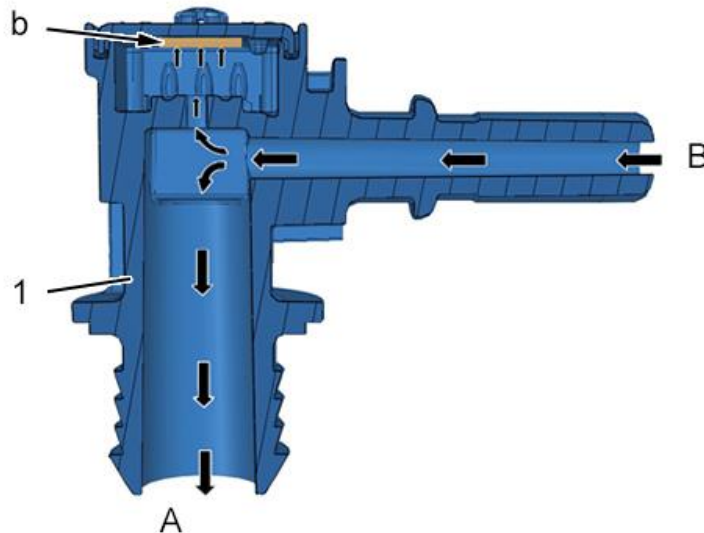


Figure 1.27 : Schéma de fonctionnement d'un capteur de dépression du circuit de freinage [2]

(1) Capteur de dépression du circuit de freinage.

"A" Sortie vers l'amplificateur de freinage.

"B" Flux de dépression depuis la pompe à vide.

"b" Capteur piézorésistif.

Le capteur de dépression de freinage de type piézorésistif est un capteur passif avec électronique intégré, alimenté par le calculateur contrôle moteur en +5 V.

Le capteur piézorésistif reçoit la dépression sur sa surface.

La dépression appliquée sur l'élément piézorésistif fait varier la résistance du capteur.

En fonction de la résistance du capteur piézorésistif, l'électronique intégrée génère une tension proportionnelle à la dépression mesurée.



Figure 1.28 : Capteur de dépression du circuit de freinage

1.1.14. Capteur d'angle volant de direction :

Le capteur d'angle volant de direction fait partie intégrante des commandes sous volant de direction

➤ **Rôle :**

Le capteur d'angle volant de direction détecte les informations suivantes :

- Le sens de rotation du volant de direction
- La vitesse de rotation du volant de direction (°/s)

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur d'angle volant de direction détecte la position angulaire et envoie les informations concernant l'angle et la vitesse de rotation du volant de direction aux calculateurs par l'intermédiaire du réseau CAN HS 1.

Le capteur d'angle volant de direction est excité par un dispositif mécanique qui se trouve mis en mouvement par la rotation du volant de direction.

Les principales fonctions du capteur d'angle volant de direction sont les suivantes :

- Calcul de l'angle de rotation du volant de direction
- Fonction calibration
- Calcul de la vitesse de rotation du volant de direction
- Fourniture des informations au réseau CAN HS 1
- Détection des défaillances électriques du capteur
- Fourniture d'un angle relatif partiel



Figure 1.29 : Capteur d'angle volant de direction

1.1.15. Capteur de vilebrequin :

Également appelé capteur PMH, est un composant essentiel du moteur d'un véhicule, fournissant au calculateur moteur des informations cruciales sur la vitesse de rotation et la position du vilebrequin.

➤ **Rôle :**

Le capteur PMH joue un rôle fondamental dans le contrôle du timing de l'allumage et de l'injection de carburant, contribuant ainsi au bon fonctionnement et à la performance globale du moteur d'un véhicule.

➤ **Fonctionnement :**

Repose sur la détection des variations magnétiques induites par une roue dentée fixée au vilebrequin. Lors du contrôle du capteur, il est important de vérifier son intégrité physique, son nettoyage, son alignement et sa connectivité électrique pour éviter tout dommage ou dysfonctionnement.

Un entretien régulier contribue à assurer le bon fonctionnement du capteur et à prévenir les problèmes potentiels du moteur.

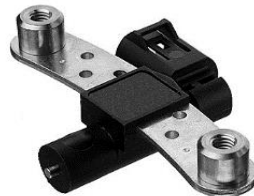


Figure 1.30 : Capteur de vilebrequin

1.1.16. Capteur de cliquetis :

Le capteur de cliquetis est un composant crucial du système de gestion moteur, détectant les signes de cliquetis et permettant au calculateur moteur d'apporter les ajustements nécessaires pour prévenir les dommages au moteur.

➤ **Rôle :**

La mesure des vibrations du moteur permet de calculer et d'ajuster les paramètres de contrôle de la combustion des moteurs à essence et à gasoil comme l'allumage ou l'injection.

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur de cliquetis détecte les vibrations caractéristiques du cliquetis du moteur, convertit ces vibrations en signaux électriques, et transmet ces informations à l'ECU qui prend les mesures nécessaires pour prévenir le cliquetis et protéger le moteur.



Figure1.31 : Capteur cliquetis

1.1.17. Capteur de pression différentielle du filtre à particules :

Le capteur de pression différentielle du filtre à particules est du type piézorésistif.

➤ **Rôle :**

Le capteur de pression différentielle du filtre à particules mesure la différence de pression des gaz d'échappement entre l'amont et l'aval du filtre à particules.

➤ **Fonctionnement :**

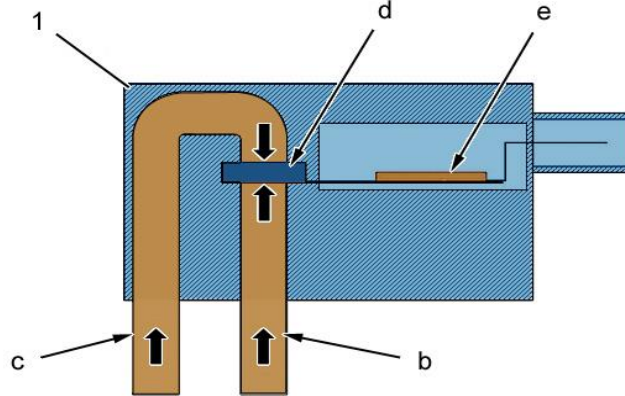


Figure 1.32 : Schéma de fonctionnement d'un capteur de pression différentielle du filtre à particules [2]

(1) Capteur de pression différentielle du filtre à particules.

"b" Prise de la pression en aval du filtre à particules.

"c" Prise de la pression en amont du filtre à particules.

"d" Capteur piézorésistif.

"e" Électronique intégrée.

Le capteur de pression différentielle du filtre à particules est un capteur passif avec électronique intégrée, alimenté par le calculateur contrôle moteur.

Le capteur de pression différentielle du filtre à particules reçoit la pression amont du filtre à particules sur sa face supérieure et la pression aval du filtre à particules sur sa face inférieure.

La différence de pression entre la pression amont et la pression aval du filtre à particules fait varier la résistance du capteur piézorésistif.

En fonction de la résistance du capteur piézorésistif, l'électronique intégrée génère un code qui est transmis au calculateur contrôle moteur.

Le capteur de pression différentielle du filtre à particules est capable de s'autodiagnostiquer et de signaler au calculateur contrôle moteur tout défaut.



Figure 1.33 : Capteur de pression différentielle du filtre à particules

1.1.18. Sonde à oxygène :

➤ **Rôle :**

La sonde à oxygène détermine le taux d'oxygène des gaz d'échappement et permet de contrôler le fonctionnement correct du catalyseur et de recalibrer la richesse suite à la dérive du système d'injection et du catalyseur.

➤ **Fonctionnement :**

L'oxygène contenu dans les gaz d'échappement est comparé à l'oxygène contenu dans la sonde à oxygène prélevé dans l'air ambiant pour en déduire un taux de richesse.

Si la différence entre l'oxygène contenu dans les gaz d'échappement et l'oxygène contenu dans la sonde à oxygène est importante le mélange sera "riche", si la différence est faible le mélange sera "pauvre".

La sonde à oxygène compare la composition du mélange injecté par rapport au dosage stoechiométrique ($\lambda = 1$) pour en déduire une tension de sortie.

Rapport signal $\lambda = \text{Masse d'air admise} / \text{masse d'air théorique}$.

➤ **Caractéristiques électriques :**

L'information dosage "riche" ou "pauvre" se concrétise par des tensions de 0,1 à 0,99 V.

Mélange pauvre = Environ 185 ± 20 mV (λ supérieur à 1).

Mélange riche = Environ 990 ± 25 mV (λ inférieur à 1).

Le calculateur contrôle moteur régule la richesse en faisant varier le temps d'injection afin d'être le plus près possible du dosage stoechiométrique (λ égal à 1).

La sonde à oxygène contient un dispositif de réchauffage interne qui lui permet d'atteindre rapidement sa température de fonctionnement ($+ 780^\circ\text{C}$).



Figure1.34 : Sonde à oxygène

1.1.19. Capteur de température d'eau moteur :

Le capteur de température d'eau moteur est un capteur résistif à coefficient de température négatif (CTN).

➤ **Rôle :**

Le capteur de température d'eau moteur informe le calculateur contrôle moteur de la

température du liquide de refroidissement moteur.

➤ **Fonctionnement :**

La valeur "R" de la résistance à coefficient de température négatif (CTN) évolue en fonction de la variation de température "T" :

- Lorsque la température "T" augmente, la valeur de la résistance "R" diminue
- Lorsque la température "T" diminue, la valeur de la résistance "R" augmente



Figure 1.35 : Capteur de température d'eau moteur

1.1.20. Capteur de pression d'huile moteur :

➤ **Rôle :**

Le capteur de pression d'huile moteur informe le calculateur contrôle moteur de la pression d'huile moteur.

➤ **Fonctionnement :**

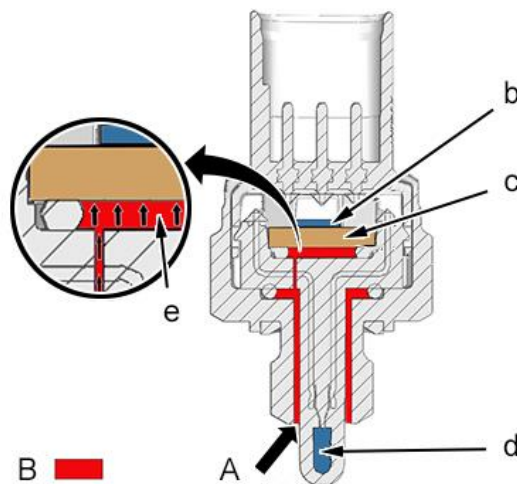


Figure 1.36 : Schéma de fonctionnement d'un capteur de pression d'huile [2]

"b" Module électronique.

"c" Diaphragme.

"d" Résistance CTN (Coefficient de Température Négatif).

"e" Huile moteur sous pression.

"A" Entrée d'huile moteur.

"B" Flux d'huile moteur.

Des piézorésistances montées sur une membrane soumise à la pression d'huile moteur

font varier la résistance du capteur de pression d'huile moteur.

La cellule de détection "c" comprend des piézorésistances montées en pont de Wheastone sur une membrane soumise à la pression d'huile moteur.

Les piézorésistances convertissent la déformation de la membrane en variation de résistance, puis en variation de tension par le pont de Wheastone.

Un étage électronique "b" amplifie le signal produit par la cellule de détection à un niveau exploitable.



Figure 1.37 : Capteur de pression d'huile moteur

1.1.21. Capteur de niveau d'huile moteur :

➤ **Rôle :**

Le capteur de niveau d'huile moteur permet de mesurer le niveau d'huile moteur présent dans le carter moteur.

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur de niveau d'huile moteur ne fonctionne qu'à la mise sous contact du véhicule et s'arrête dès que le moteur tourne.

Le capteur de niveau d'huile moteur est alimenté par une source de courant constante fournie par le calculateur contrôle moteur.

Le capteur de niveau d'huile moteur fournit une tension de sortie proportionnelle au niveau d'huile moteur présente dans le carter moteur.

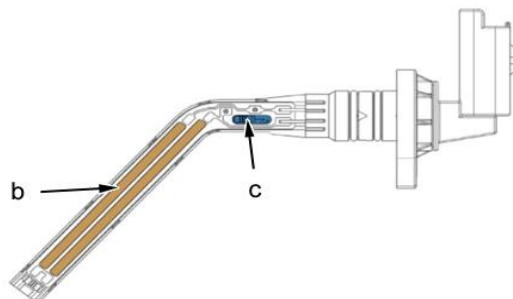


Figure 1.38 : Schéma de fonctionnement d'un capteur de niveau d'huile moteur

"b" Fil électrique en contact avec l'huile.

"c" Résistance.

Le niveau d'huile fait varier la résistance du fil "b", plus le niveau d'huile est haut, plus

la résistance est faible, la tension de sortie diminue.



Figure 1.39 : Capteur de niveau d'huile moteur

1.1.22. Le capteur d'arbre à cames :

Le capteur d'arbre à cames permet au calculateur moteur de déterminer la position exacte du mécanisme d'embellage. Cette information est nécessaire, entre autres, pour calculer le point d'allumage et d'injection.

➤ **Rôle :**

Contribue à améliorer les performances, l'efficacité et les émissions des moteurs à combustion interne en assurant un contrôle précis du moment d'injection de carburant et d'allumage.

➤ **Fonctionnement :**

Le capteur d'arbre à cames fonctionne selon le principe de l'effet Hall. Il détecte une couronne dentée située sur l'arbre à cames. La rotation de la couronne dentée produit une modification de la tension Hall du CI Hall logé dans la tête du capteur. Cette tension variable est transmise au calculateur qui l'analyse pour constater les données requises.



Figure 1.40 : Capteur d'arbre à cames

1.1.23. Capteur de température des gaz d'échappement :

Les capteurs de température des gaz d'échappement sont des éléments vitaux des véhicules modernes, qu'ils soient diesel ou à essence. Ils mesurent la température des gaz à divers points le long de la ligne d'échappement et envoient ces données au calculateur moteur sous forme de signaux de tension.

➤ **Rôle :**

Informer le calculateur moteur pour gérer efficacement le dosage air-carburant et la régénération du filtre à particules, réduisant ainsi les émissions et protégeant les composants de l'échappement contre une surchauffe critique.

➤ **Fonctionnement :**

La pointe de mesure du capteur de température des gaz d'échappement, comporte une résistance électrique dont la valeur varie en fonction de la température. Ces résistances sont appelées thermistances et sont divisées en deux groupes. Une distinction est faite ici entre les thermistances CTN et les thermistances CTP en fonction de leur comportement en température.



Figure 1.41 : Capteur de température des gaz d'échappement

1.1.24. Capteurs de température de carburant :

➤ **Rôle :**

Les capteurs de température de carburant sont des dispositifs qui mesurent la température du carburant dans le système d'alimentation du moteur.

➤ **Fonctionnement :**

Un capteur de température de carburant est un dispositif électronique qui mesure la température du carburant dans le système de carburant d'un véhicule quand le moteur est en marche.

Le capteur utilise une thermistance qui varie en fonction de la température, pour mesurer la chaleur du carburant. Il convertit ensuite cette mesure en une valeur électrique qui est envoyée au module de contrôle du moteur.



Figure 1.42 : capteurs de température de carburant

1.2. Calculateur :

1.2.1. Boîtier mains-libres :

Le boîtier mains-libres gère les fonctions suivantes :

- Accès mains-libres (Verrouillage / déverrouillage)
- Démarrage mains-libres
- Accès et démarrage par téléphone mobile

Après chaque remplacement de boîtier il faut faire un apprentissage avec une valise de diagnostic.

1.2.1.1. Rôle en accès mains-libres :

- Gestion du verrouillage / déverrouillage mains-libres via le boîtier de servitude intelligent
- Authentification de l'identifiant mains-libres pour l'accès véhicule
- Réveil des réseaux multiplexés suite à une demande d'ouverture
- Mémorisation des défauts détectés
- Information sur les défaillances du système
- Gestion des antennes intérieures et extérieures
- Alimentation des antennes intérieures et extérieures
- Filtrage des messages de l'identifiant mains-libres (appuis boutons)
- Authentification du téléphone mobile pour l'accès véhicule

1.2.1.2. Rôle en démarrage mains-libres :

- Authentification de l'identifiant mains-libres pour le démarrage du véhicule
- Mémorisation des défauts détectés
- Information sur les défaillances du système
- Gestion des antennes intérieures du véhicule
- Alimentation des antennes intérieures
- Gestion de l'autorisation de démarrage mains-libres via le boîtier de servitude intelligent

1.2.1.3 Accès et démarrage par téléphone mobile :

Authentification du téléphone mobile pour le démarrage du véhicule

1.2.2. Boîtier d'état de charge batterie :

Le boîtier d'état de charge batterie intègre un capteur de tension et un capteur d'intensité. Sa fonction principale est de calculer l'état de charge de la batterie de servitude et de transmettre cette information au boîtier de servitude intelligent pour affiner l'activation du mode économie d'énergie et de même il a un rôle permettant d'optimiser la gestion de l'énergie électrique.

1.2.2.1. Fonctions du boîtier d'état de charge batterie :

- Un autodiagnostic remontant les éventuels défauts détectés sur les capteurs et / ou l'électronique internes du boîtier

- Une mémorisation du courant minimum consommé sur le réseau 12 V lorsque le véhicule est en veille
- Une détection de franchissement d'un seuil de charge batterie de servitude tous les 10 % avec réveil du boîtier de servitude intelligent
- Une mise à disposition des grandeurs physiques mesurées (Tension, intensité et température de la batterie de servitude)
- Une détection du débranchement de la batterie de servitude.

1.2.2.2. Rôle des fonctions :

- Permettre à un opérateur d'identifier rapidement une panne sur le boîtier d'état de charge batterie et / ou la batterie de servitude
- Détecter une consommation anormale et permanente sur le réseau 12 V lorsque le véhicule est en veille
- Permettre au boîtier de servitude intelligent de mémoriser le contexte associé à la décharge de la batterie de servitude
- Permettre de disposer des informations mesurées par le capteur afin d'apporter une aide au contrôle ou au diagnostic de certains organes
- Permettre de contrôler l'état de charge de la batterie de servitude avant le stockage du véhicule sur parc



Figure 1.43 : Boîtier d'état de charge batterie

1.2.3. Boîtier de servitude intelligent (BSI) :

Le boîtier BSI est différent du Boîtier de Servitude Moteur (BSM). Même en anglais, il est désigné par BSI (Built-in System Interface). Cette nomination est utilisée chez Peugeot ou Citroën, par contre d'autres constructeurs préfèrent des appellations alternatives. Ainsi, Renault le nomme UCH (Unité de Contrôle Habitacle) tandis qu'Audi l'appelle Module confort. Le BSI est le cœur du système de l'architecture multiplexée.

Fonctions du boîtier de servitude intelligent :

- Fonctions de passerelle entre les différents réseaux multiplexés
- Fonctions de passerelle entre les liaisons filaires et les liaisons multiplexées
- Fonctions de diagnostic
- Acquérir des informations en provenance de capteurs

- Distribuer et protéger des alimentations vers des organes reliés au boîtier de servitude intelligent
- Gérer les protocoles de dialogues des liaisons multiplexées
- Réveiller les réseaux multiplexés suite à une demande d'ouverture
- Gérer le verrouillage, déverrouillage et l'autorisation du démarrage mains-libres
- Authentifier le transpondeur de l'identifiant mains-libres pour l'accès et le démarrage du véhicule

Un apprentissage est nécessaire en cas de dépose - repose de l'élément car un mauvais montage du BSI peut engendrer les dysfonctionnements suivants :

- Perte complète de fonctions du véhicule ou dégradation de celles-ci
- Remontée de code défauts pouvant mettre en échec les méthodes de diagnostic de l'outil et conduire à des remplacements de pièces injustifiées



Figure 1.44 : BSI

1.2.4. BSM :

BSM ou boîtier fusibles relais moteur protège et distribue les alimentations de diverses fonctions à travers ses relais et fusibles.

1.2.4.1. Relais : est un composant électrique doté d'un électro-aimant, alimenté par un courant de faible intensité, cet électro-aimant active un interrupteur de qualité supérieure et de plus grande capacité que l'interrupteur d'origine.

1.2.4.2. Fusibles : protègent les composants électroniques dans un véhicule contre les courts-circuits ou les surintensités.

1.2.5. Boîtier de correction dynamique des projecteurs :

Le correcteur dynamique de site projecteur assure le maintien de l'angle de rabattement des réflecteurs des projecteurs en fonction de l'inclinaison véhicule. La fonction, active en roulage ou à l'arrêt, permet de ne pas éblouir les conducteurs arrivant en sens inverse.

Rôle du boîtier de correction dynamique des projecteurs :

- Calculer l'inclinaison du véhicule
- Interpréter les informations de vitesse véhicule
- Piloter les moteurs de correction de site droit et gauche des projecteurs



Figure 1.45 : BSM

1.2.6. Calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs :

Après un choc entraînant le déploiement des coussins gonflables, le calculateur de coussins gonflables doit impérativement être remplacé.

Fonctions du calculateur de coussins gonflables et prétensionneurs :

1.2.6.1. Protection directe des occupants :

- Détection de choc frontal, latéral
- Déclenchement sélectif des prétensionneurs, des coussins gonflables frontaux, latéraux
- Inhibition du coussin gonflable frontal passager réalisée par l'intermédiaire du commutateur de neutralisation du coussin gonflable passager

1.2.6.2. Surveillance système :

- Diagnostic - mémorisation de l'état de configuration du système
- Autodiagnostic de tous les composants du système
- Mémorisation des conditions de chocs ayant conduit à la décision de mise à feu
- Mémorisation des défauts détectés

1.2.6.3. Informations au conducteur :

- Information sur les défaillances du système
- Information sur l'état d'inhibition du coussin gonflable frontal passager



Figure 1.46 : Calculateur de coussins gonflables

1.2.7. Calculateur d'aide au stationnement :

Le calculateur d'aide au stationnement permet la réalisation des fonctions suivantes :

- Alimenter les capteurs d'aide au stationnement
- Calculer la distance entre le véhicule et l'obstacle
- Traiter les informations provenant des capteurs d'aide au stationnement
- Émettre et recevoir les informations sur les réseaux CAN INFO DIV et CAN HS 1
- Piloter la direction assistée électrique via le réseau CAN HS 1
- Alerter le conducteur



Figure 1.47 : Calculateur d'aide au stationnement

1.2.8. Calculateur de contrôle dynamique de stabilité :

Le bloc hydraulique est constitué du calculateur de contrôle dynamique de stabilité (unité de commande électronique) et d'une unité de commande hydraulique

Le contrôle dynamique de stabilité assiste le conducteur en agissant sur les freins et le couple moteur du véhicule pour corriger la trajectoire du véhicule.

Tableau 1.3 : Les actions de Calculateur de contrôle dynamique de stabilité

Correction de la trajectoire du véhicule	Actions suivantes nécessaires pour corriger la trajectoire du véhicule
Retrouver de la motricité sur le train avant	Le calculateur de contrôle dynamique de stabilité régule le couple moteur
Inciter le véhicule à suivre la trajectoire souhaitée	Le calculateur de contrôle dynamique de stabilité freine une des roues du véhicule de manière à créer un couple de rotation autour de cette roue



Figure 1.48 : Calculateur de contrôle dynamique de stabilité [2]

1.2.9. Calculateur de direction assistée électrique :

Le rôle du calculateur de direction assistée électrique est de calculer et fournir le taux d'assistance optimal en fonction des situations de fonctionnement :

- Mode nominal
- Mode dégradé en cas de défaillance d'un des composants du système de direction assistée électrique



Figure 1.49 : Calculateur de direction assistée électrique [2]

1.2.10. Calculateur d'aide au respect du temps inter véhicules :

Le calculateur d'aide au respect du temps inter véhicules se compose des éléments suivants :

- 1 Tête radar (Capteur)
- 1 Platine électronique

La tête radar se compose des éléments suivants :

- 1 Antenne
- 1 Partie haute fréquence

1.2.11. Calculateur de climatisation simple :

Le calculateur de climatisation permet de régler la température habitacle selon les paramètres suivants :

- Débit de l'air injecté dans l'habitacle
- Température de l'air injecté dans l'habitacle
- Répartition aéraulique injectée dans l'habitacle
- Source d'entrée d'air
- Commande de réfrigération



Figure 1.50 : Calculateur de climatisation simple

1.2.12. Façade multifonction multiplexée :

La façade multifonction permet de gérer le confort thermique des occupants avec les prestations suivantes :

- Dégivrage / désembuage du pare-brise
- Désembuage / dégivrage de la lunette arrière
- Chauffage des rétroviseurs extérieurs
- Réglage du débit de l'air injecté dans l'habitacle
- Régulation de la température d'air
- Commande d'air conditionné
- Recyclage de l'air
- Pilotage de la distribution de l'air
- Commande des sièges chauffants
- Commande des sièges ventilés
- Accès au menu de paramétrage de la climatisation à régulation automatique
- Affichage de la température d'air de l'habitacle



Figure 1.51 : Façade multifonction multiplexée [2]

1.2.13. Calculateur moteur :

Le calculateur moteur est chargé de piloter et de contrôler les diverses fonctions électroniques du moteur. Il se compose de l'ECU (Unité de Contrôle du Moteur en anglais), un boîtier métallique étanche conçu pour résister aux conditions météorologiques variées. Cette enveloppe étanche assure également une protection adéquate pour les composants électroniques essentiels logés à l'intérieur du boîtier.

Le calculateur moteur convertit les mouvements mécaniques de votre véhicule en signaux électroniques pour vous alerter en cas de problème. Lorsqu'un voyant s'allume sur votre tableau de bord, c'est grâce au calculateur moteur qui a traduit un dysfonctionnement mécanique en un signal électronique. Cette conversion d'informations s'effectue via des actionneurs, des composants connectés au calculateur moteur.



Figure 1.52 : Calculateur moteur [4]

1.2.14. Calculateur de boîte de vitesses automatique :

Le calculateur de la boîte automatique agit comme un centre de stockage d'informations, facilitant l'envoi et la récupération des données provenant de toutes les composantes mécaniques de la boîte. Ces données sont ensuite converties en pression hydraulique, ce qui active les différents éléments de la boîte automatique, notamment le convertisseur de couple, le bloc hydraulique et les autres composants mécaniques de la boîte.

Rôle du calculateur de boîte de vitesses automatique :

- Recevoir et traiter les informations venant du véhicule
- Acquérir le rapport de vitesses sélectionné par le conducteur
- Déterminer le rapport de vitesses à engager
- Commander les solénoïdes permettant d'engager le rapport approprié
- Effectuer un autodiagnostic de la boîte de vitesses automatique



Figure 1.53 : Calculateur de boîte de vitesses automatique

1.3. Actionneurs :

1.3.1. Les relais :

➤ **Signal de Commande :**

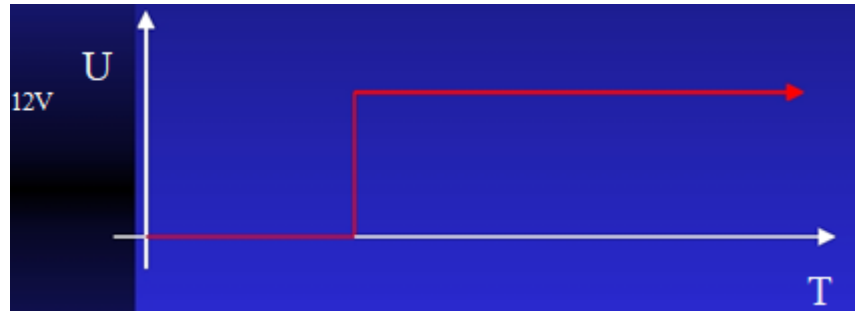


Figure 1.54 : Signale de Commande d'un relai [9]

➤ **Fonctionnement :**

Ils sont composés d'un circuit de commande et d'un circuit de puissance, un faible courant parcourt un bobinage créant un champ magnétique qui attire un contact métallique. Ce qui établit le contact de puissance

➤ **Schématisation :**

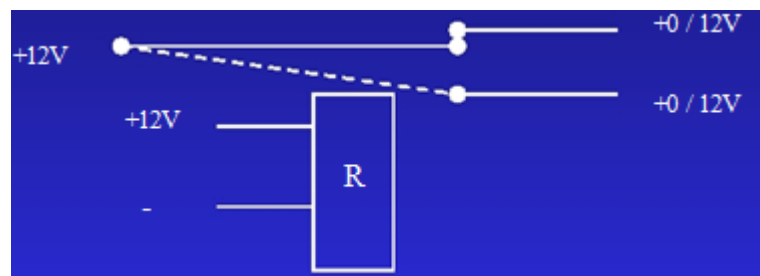


Figure 1.55 : Schéma d'un relai [9]

➤ **Contrôle :**

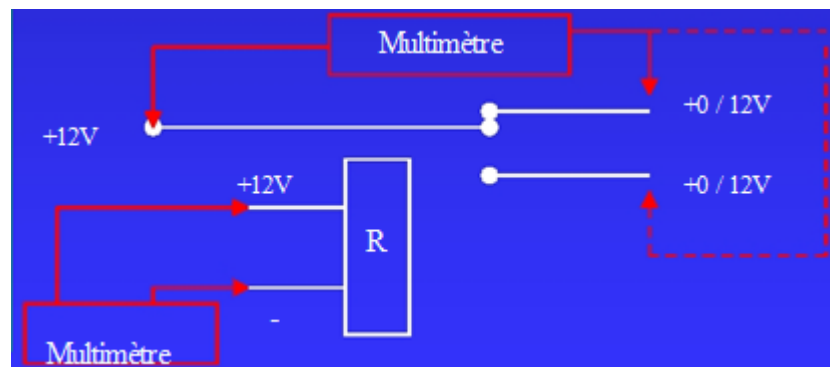


Figure 1.56 : Contrôle d'un relai [9]

1.3.2. Les électrovannes :

➤ Signal de Commande :

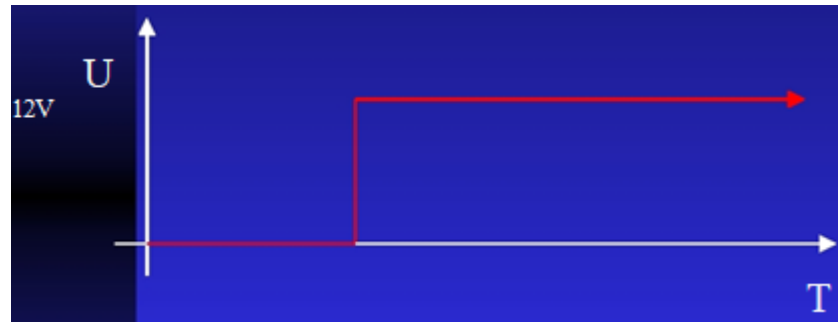


Figure 1.57 : Signale de Commande d'une électrovanne [9]

➤ Fonctionnement :

Généralement commandées en 12 V, elles peuvent être également pilotées par une tension de 5 V. Elles se comportent comme un électroaimant suite à une excitation provenant du calculateur.

➤ Schématisation :

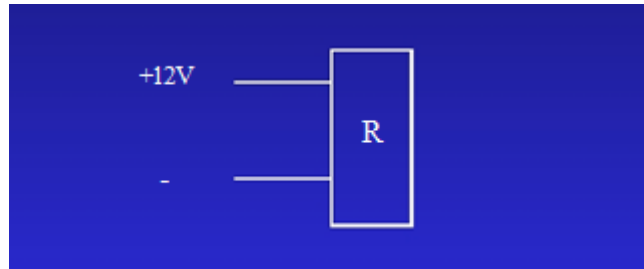


Figure 1.58 Schéma d'une électrovanne [9]

➤ Contrôle :

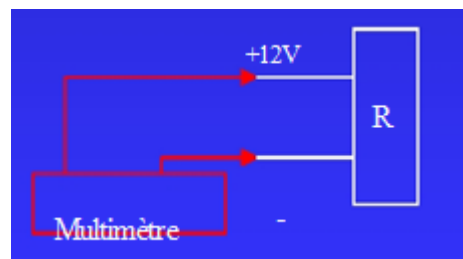


Figure 1.59 : Contrôle d'une électrovanne [9]

1.3.3. Les électrovannes R.C.O :

➤ **Signal de Commande :**

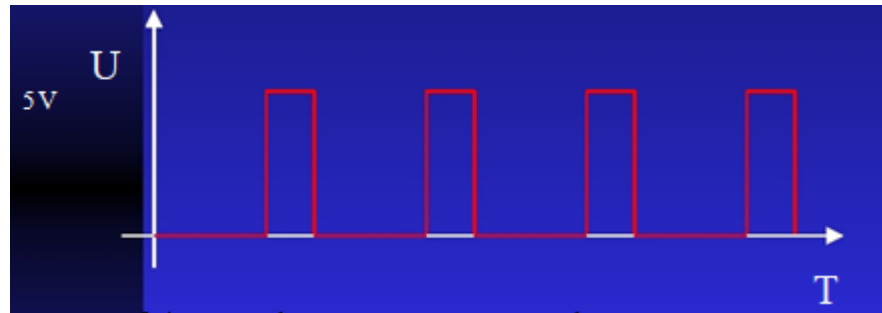


Figure 1.60 : Signale de Commande d'une électrovannes R.C.O [9]

➤ **Fonctionnement :**

Elles sont pilotées par le ordinateur, sous une tension de 5V. elles se comportent comme un « robinet » dont l'ouverture est variable en fonction de la commande exercée.

La variabilité de la commande est donnée en pourcentage d'ouverture. (37% de RCO = 37% d'ouverture d'électrovanne).

➤ **Schématisation :**

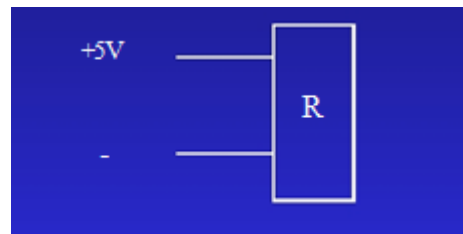


Figure 1.61 : Schéma d'une électrovannes R.C.O [9]

➤ **Contrôle :**

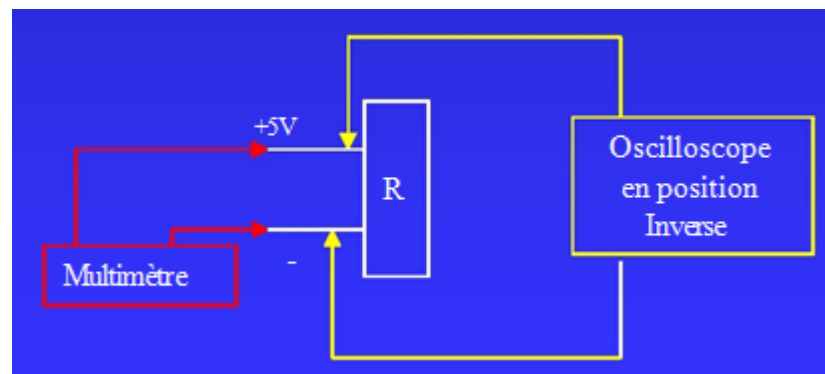


Figure 1.62 : Contrôle d'une électrovannes R.C.O [9]

1.3.4. Les moteurs électriques :

➤ Signal de Commande :

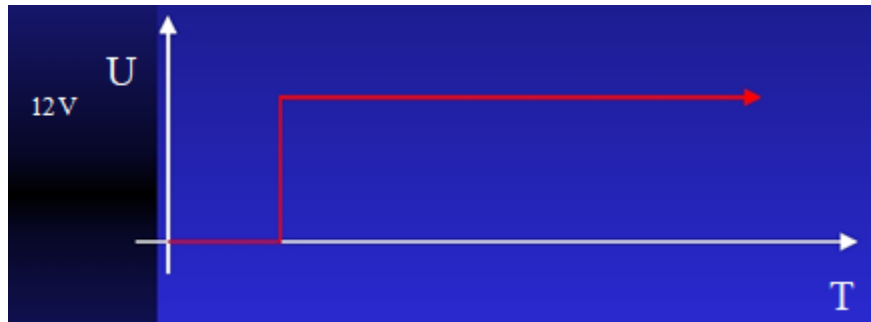


Figure 1.63 : Signale de commande d'un moteur électrique [9]

➤ Fonctionnement :

Ils ont piloté pas le calculateur sous plusieurs conditions. Une tension de 12V et une intensité fixe ou variable les alimentent, permettant ainsi une vitesse de rotation fixe ou variable. Leurs puissances électriques sont exprimées en Watts ($P=U.I$)

➤ Schématisation :



Figure 1.64 : Schéma d'un moteur électrique [9]

➤ Contrôle :

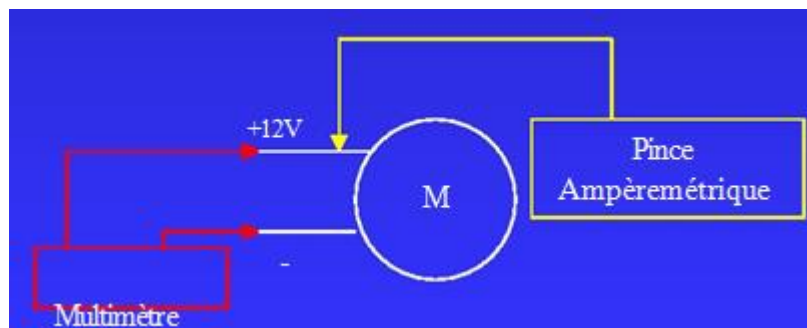


Figure 1.65 : Contrôle d'un moteur électrique [9]

1.3.5. Les moteurs pas à pas :

➤ Signal de Commande :

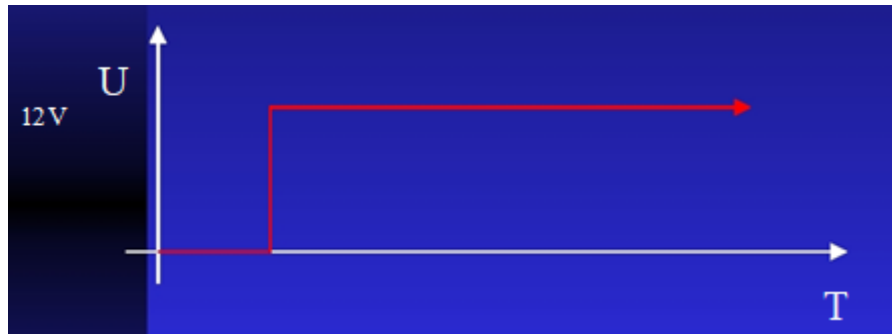


Figure 1.66 : Signale de commande d'un moteur pas à pas [9]

➤ Fonctionnement :

Ils ont piloté par le calculateur sous plusieurs conditions : une tension de 12V et une intensité fixe les alimentent, permettant ainsi une rotation du moteur. Le calculateur gère la commande de ce moteur pas à pas.

➤ Schématisation :

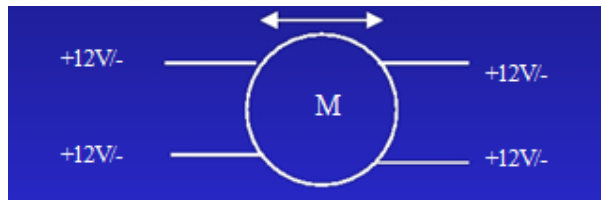


Figure 1.67 : Schéma d'un moteur pas à pas [9]

➤ Contrôle :

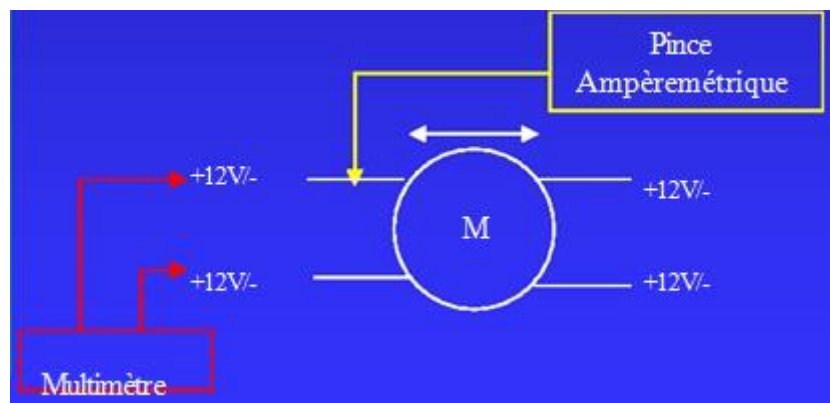


Figure 1.68 : Contrôle d'un moteur pas à pas [9]

1.3.6. Les injecteurs :

➤ **Signal de commande :**

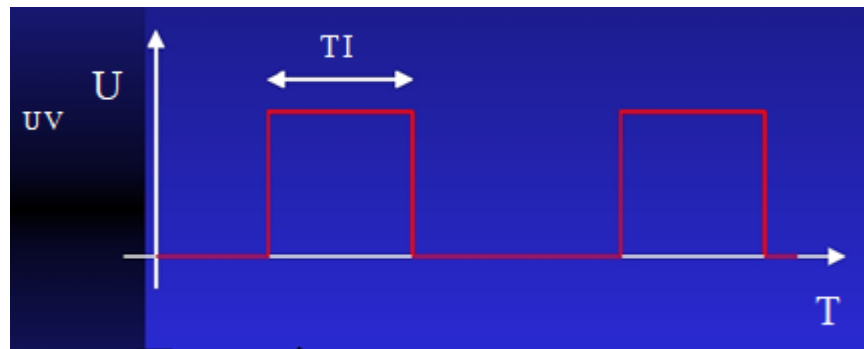


Figure 1.69 : Signale de commande d'injecteur [9]

➤ **Fonctionnement :**

Ce sont des électroaimants puissants qui sont pilotés tour à tour par le calculateur dans l'ordre d'injection pendant un temps appelé « Le temps d'injection (T I) ».

Une tension pouvant aller jusqu'à 80V et une forte intensité (20A maxi) les alimentent.

➤ **Schématisation :**

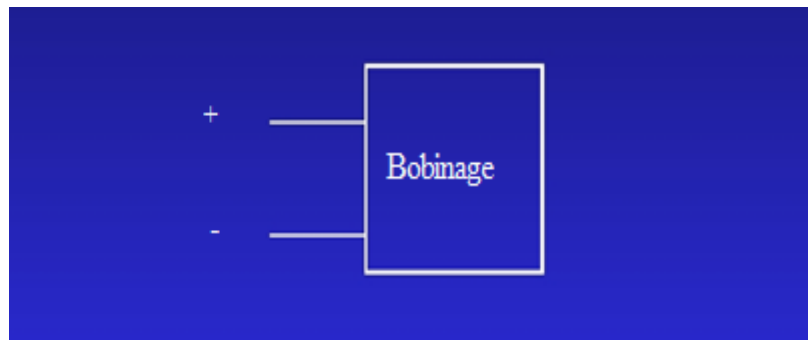


Figure 1.70 : Schéma d'injecteur [9]

➤ **Contrôle :**

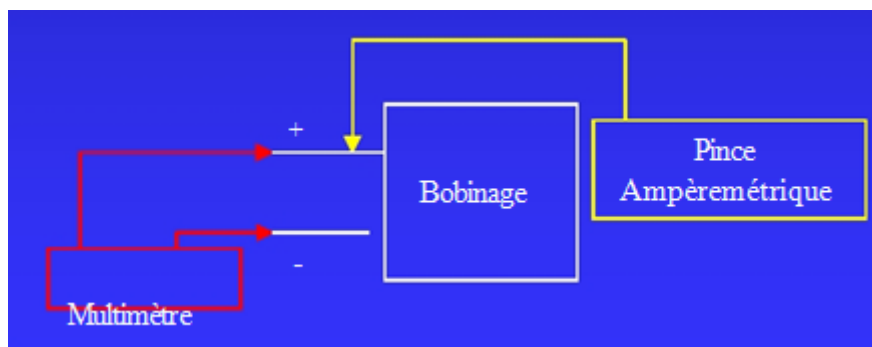


Figure 1.71 : Contrôle d'injecteur [9]

1.3.7. Les bobines d'allumage statique :

➤ **Signal de commande :**

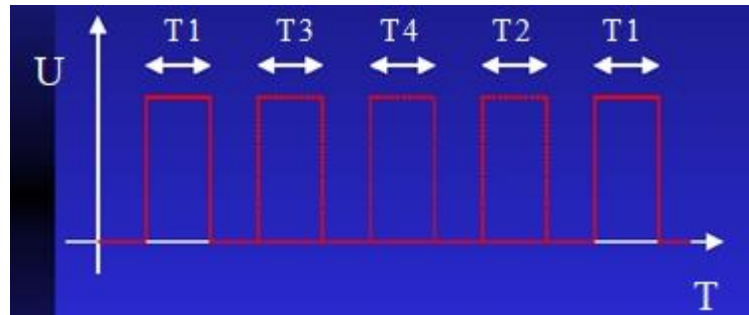


Figure 1.72 : Signale de commande de bobine d'allumage statique [9]

➤ **Fonctionnement :**

Ce sont des bobinages (primaire et secondaire) qui réagissent lors de la création d'une coupure d'alimentation en générant un courant induit. Elles sont pilotées tour à tour par le calculateur dans l'ordre d'allumage. L'intensité de commande peut être variable en fonction de la Fém Désirée.

➤ **Schématisation :**

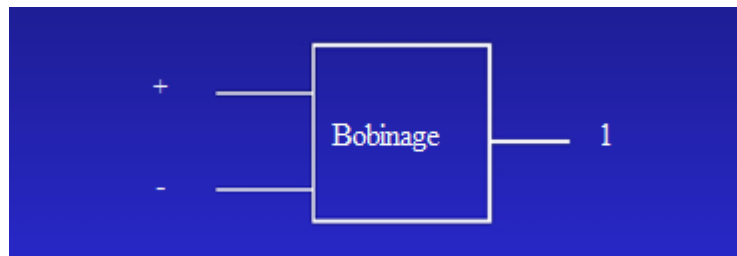


Figure 1.73 : Schéma de bobine d'allumage statique [9]

➤ **Contrôle :**

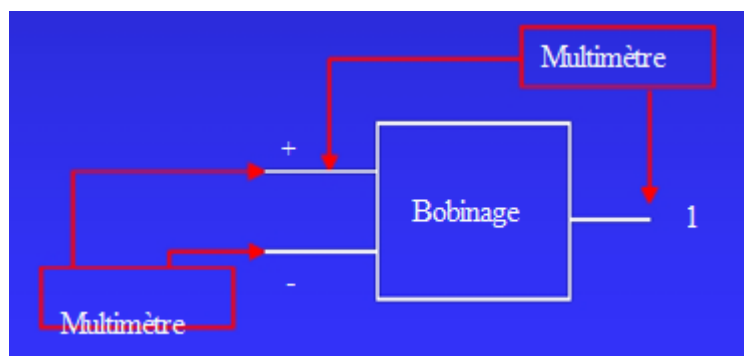


Figure 1.74 : Contrôle de bobine d'allumage statique [9]

1.3.8. Les bobines d'allumage jumostatique :

➤ **Signal de commande :**

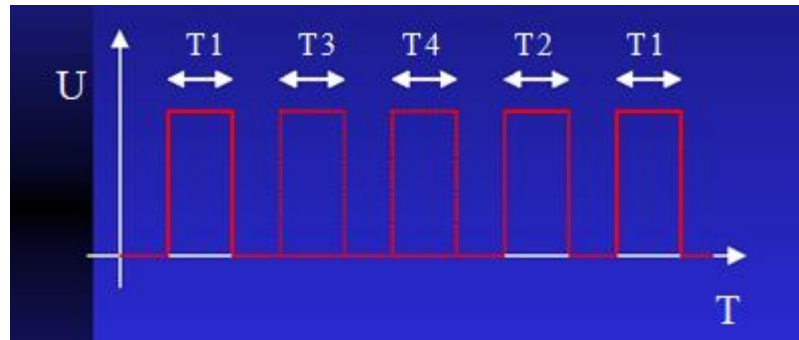


Figure 1.75 : Signale de commande de bobine s'allumage jumostatique [9]

➤ **Fonctionnement :**

Ce sont des bobinages (primaire et secondaire) qui réagissent lors de la création d'une coupure d'alimentation en générant un courant induit. Elles sont pilotées tour à tour par le calculateur dans l'ordre d'allumage. L'intensité de commande peut être variable en fonction de la Fém Désirée.

➤ **Schématisation :**

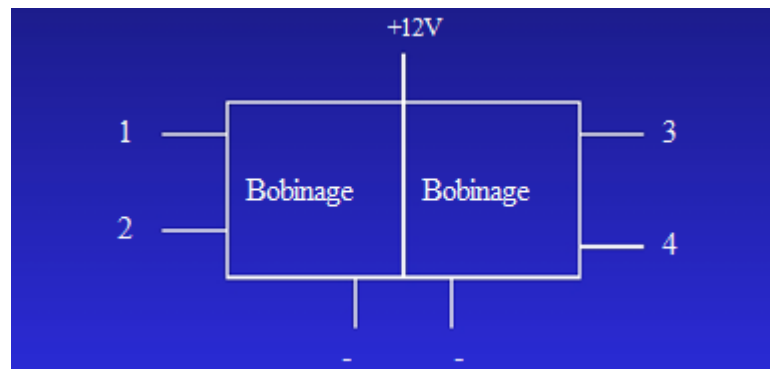


Figure 1.76 : Schéma de bobine d'allumage jumostatique [9]

➤ **Contrôle :**

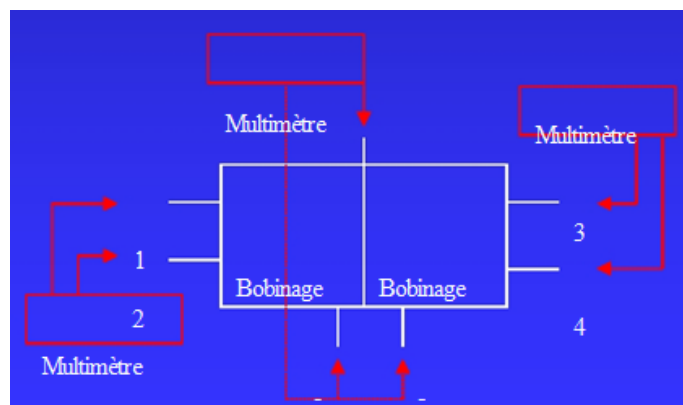


Figure 1.77 : Contrôle de bobine d'allumage jumostatique [9]

1.4. Multiplexage :

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer deux ou plusieurs informations à travers un seul support de transmission.

Dans un véhicule, chaque électronique central unités (ECU) ou ordinateur gère son propre système, cependant il est possible pour un système de pouvoir interagir et échanger des informations avec tous les autres ordinateurs contenus dans le véhicule.

Pour ce faire, les ordinateurs communiquent entre eux par types de langages différents suivants les fonctions qui leur sont dédiées (gestion moteur, gestion habitacle...). Ceci représente un réseau multiplexé.

Lors de l'introduction des systèmes embarqués dans les véhicules, le réseau utilisé était point-to-point, c'est-à-dire que chaque système était relié directement à un autre par l'intermédiaire de câbles. Cette méthode convient lorsque peu de systèmes sont installés car elle nécessite un nouveau câblage à chaque composant ajouté.

Ainsi, lors de l'augmentation du nombre de systèmes embarqués dans les véhicules, des kilomètres de fils et de câbles se sont vus entasser dans les véhicules impliquant une forte quantité de poids mais surtout un risque de panne plus élevé. Ceci représentait notamment un coût important de la part du constructeur ainsi qu'un espace restreint pour l'éventuel ajout de système.

C'est ainsi que le multiplexage a dû faire place permettant les transitions d'informations sur un seul câblage via des protocoles de langages dédiés, exemple : Controller Area Network (CAN),

1.4.1. Classification des réseaux embarqués pour l'automobile :

Une variété de réseaux dans les véhicules a évolué, principalement en fonction des exigences de coût et de performance. CAN (Controller Area Network) s'est avéré trop coûteux et compliqué pour des fonctions simples comme les fenêtres électriques ou la libération du démarrage.

Des protocoles plus simples, tels que le réseau d'interconnexions locales (LIN), pourraient offrir une fonctionnalité similaire à un coût et une consommation d'énergie moindres, et ont donc trouvé une adoption généralisée pour les fonctions non critiques. CAN s'est également révélé trop lent pour les applications qui nécessitent une bande passante élevée telles que le multimédia dans les véhicules haut de gamme, ce qui a conduit à la mise au point de protocoles à bande passante élevée, tels que MOST (Media Oriented Systems Transport) pour de telles applications. CAN à déclenchement temporel (TTCAN) est une évolution du CAN standard, qui corrige le manque de déterminisme en introduisant un mécanisme à déclenchement temporel au-dessus du cadre CAN.

Le protocole FlexRay, développé par le consortium FlexRay, offre une combinaison de communication à déclenchement temporel et à déclenchement événementiel pour les applications embarquées dans les véhicules afin d'améliorer la fiabilité avec une bande passante élevée.

L'extension Ethernet standard gagne également en popularité en tant que réseau fédérateur pour les futurs véhicules. La Society for Automotive Engineers (SAE) classe les réseaux dans les véhicules en fonction du débit et du domaine d'activité, comme indiqué dans le tableau.

Tableau 1.4 : Classification des réseaux embarqués automobile (SAE) [10]

Classe	débit	Domain	Protocole
Classe A	Inférieur à 10 Kbps	Body Domain: bas de gamme	LIN
Classe B	10 à 125 Kbps	Body Domain: Non-critique & non-diagnostique	Single-wire CAN (SWC) & CAN 2.0
Classe C	125 Kbps à 1 Mbps	Powertrain Domain: paramètres critiques et temps réel	HS-CAN
Classe D	Supérieur à 1 Mbps	Powertrain, Chassis: Temps réel dur & fiabilité	FlexRay
		Occupant Safety: Temps réel & fiabilité	Safe-by-wire
		Diffusion multi-media et divertissement	MOST

1.4.2. Les classes de multiplexage :

Le multiplexage électronique consiste à faire circuler plusieurs informations entre divers équipements en utilisant un seul canal de transmission. Les informations sont présentées sous forme série. En fonction du débit de transmission, du niveau de sécurité envisagé, le multiplexage se décline en plusieurs classes :

- Classe A Multiplexage maître / esclave bas débits bas coût
- Classe B Multiplexage multi-mâtres moyens débits
- Classe C Multiplexage multi-mâtres hauts débits (applications sécuritaires)

Classe D Pour les liens optiques de données (Applications télématiques et multimédia nécessitant le transport de la voix et de l'image).

On distingue deux sortes de Multiplexage dans les véhicules :

- VAN : (Véhicule Area Network)
- CAN : (Controller Area Network), à l'heure actuelle, c'est le réseau le plus employé.

2. Lecture et mesure des circuits électriques :

2.1. Multimètre

Dans un véhicule automobile, la tension électrique a une influence décisive sur le fonctionnement sûr des modules, des systèmes et des appareils de commande. Pour pouvoir localiser des défauts dans le circuit électrique, il faut pouvoir mesurer la tension, le courant et la résistance électrique en des points de mesure appropriés.

Pour ce faire, à l'atelier, on utilise en général des multimètres. On distingue le multimètre analogique et le multimètre numérique. Dans l'atelier pour véhicules, on utilise principalement le multimètre numérique, parce que l'affichage numérique est plus facile à lire.

Dans les paragraphes qui suivent, on ne s'étendra que sur ce que l'on ne peut pas apprendre dans le manuel d'utilisation des appareils de mesure, puisque celui-ci est joint à chaque multimètre.

Les multimètres analogiques contiennent un élément de mesure à cadre mobile. Ils conviennent pour mesurer une tension ou un courant en courant continu et en courant alternatif, et également pour certaines mesures de résistance. La plupart du temps, les raccords pour la mesure de tension

(V) et la mesure de courant (A) sont distincts, sinon l'instrument de mesure pourrait être détruit en cas d'erreurs d'actionnement du commutateur.

1 = Douille de mesure pour raccordement à la masse. Souvent, elle est aussi désignée par COM.

2 = Douille de mesure pour le raccordement de mesure.

3 = Echelles de mesure de courant, de tension et de résistance.

4 = Contacteur des plages de courant, de tension et de résistance.

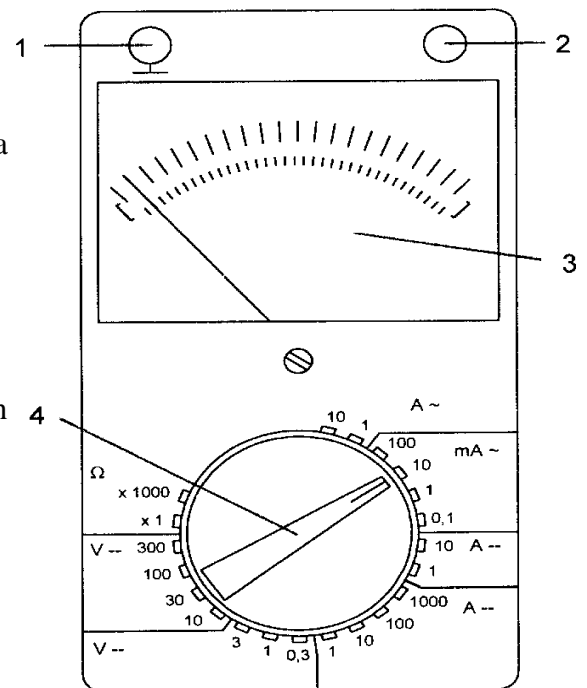


Figure 2.1 : Multimètre analogique [10]

Les multimètres numériques remplacent la grandeur de mesure analogique par un affichage numérique. Cela permet une résolution plus élevée et la lecture est plus aisée. De plus sur certains multimètres il est possible de conserver une valeur de mesure en mémoire ou d'avoir une sélection automatique de l'échelle de mesure. Si l'on dispose d'une interface appropriée, on peut y raccorder une imprimante ou un ordinateur.

- 1 = Contacteur marche/arrêt.
- 2 = Ecran d'affichage des valeurs de courant, de tension et de résistance.
- 3 = Contacteur rotatif de sélection des plages de courant, de tension et de résistance.
- 4 = Douille de mesure pour courant fort.
- 5 = Douille de mesure pour mesure de courant.
- 6 = Douille de raccordement à la masse. Souvent, elle est aussi désignée par COM.
- 7 = Douille de mesure pour les mesures de tension et de résistance.

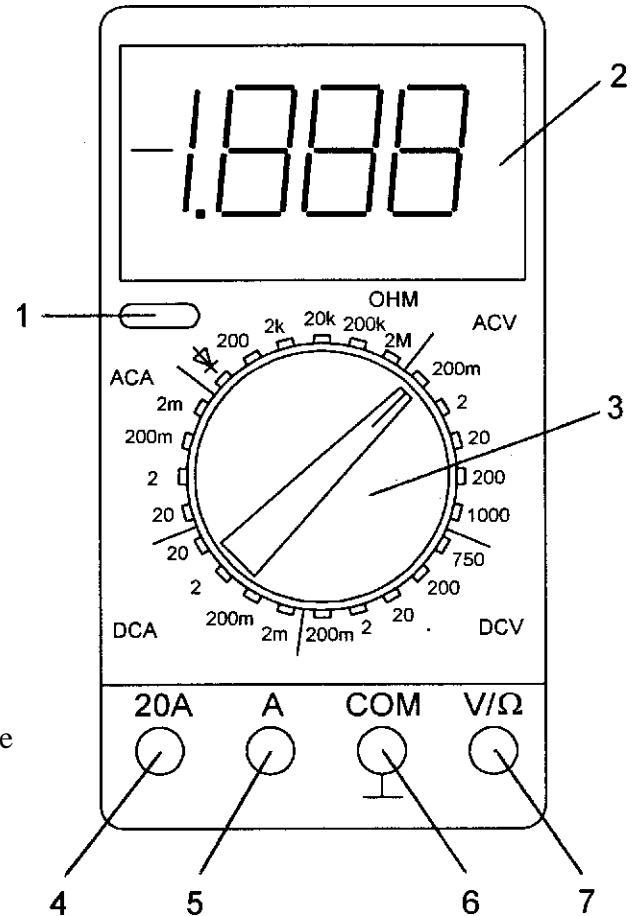


Figure 2.2 : Multimètre numérique [10]

Lorsque l'on achète un multimètre numérique, il faut vérifier si la résistance interne de l'appareil n'est pas trop faible. Plus la résistance interne d'un appareil de mesure de tension est faible, plus la probabilité d'une mesure erronée est élevée. La résistance d'entrée doit être supérieure à $10\text{ M}\Omega$.

Cette haute résistance d'entrée entraîne par ailleurs également que les conducteurs de mesure ouverts reprennent des tensions d'ondulation, ce qui entraîne l'affichage de valeurs sur l'écran, même lorsque les conducteurs de mesure ne sont pas raccordés.

Pour avoir la marge d'erreur sur le résultat la plus faible, il faut régler le sélecteur du multimètre analogique pour que l'aiguille soit dans la partie droite de l'affichage.

Sur les multimètres analogiques, on donne par exemple pour une mesure de tension une précision de $\pm 2,5\%$ FE. FE signifie Fond d'Echelle. Derrière cela se cache ce qui suit. Supposons que nous sélectionnions une plage de mesure de 15 Volts. Le fond d'échelle est donc à 15 Volts. Une tolérance de $+ 2,5\%$ sur cette valeur représente $15\text{ V} \cdot 1,025 = 15,375\text{ Volts}$. La tolérance négative est alors de $15\text{ V} \cdot 0,975 = 14,625\text{ Volts}$. D'après ce calcul, pour une mesure d'exactly

15 Volts, l'aiguille arrivera à fond d'échelle entre 14,625 V et 15,375V. Mais cela signifie aussi que cette tolérance la tension, de + 0,375 V et - 0,375 V pour l'ensemble de l'échelle, représente la tolérance absolue sur la tension.

Sur les multimètres numériques, on trouve dans le manuel d'utilisation la donnée +/- 0,25 % de la valeur de mesure + 1 chiffre. Cela signifie qu'au dernier chiffre, il faut ajouter le chiffre 1. Exemple, 12,64 V sont affichés, avec 1 chiffre, il s'agit en fait de 12,64 V + 0,01 V = 12,65 V. Il est facile de tenir compte de la caractéristique +/- 0,25 % Elle signifie que chaque valeur de mesure a une „imprécision“ de +/- 0,25 %.

2.1.1. Travail avec le multimètre :

Lorsque l'on utilise les conducteurs de mesure, le câble noir doit toujours être utilisé comme câble moins ou de masse. On mesure toujours l'objet à mesurer avec le câble rouge et sa pointe de mesure. Si le multimètre est incorrectement raccordé, le multimètre numérique affiche un moins, par exemple - 4,5 V, mais peut cependant être lu. Le multimètre analogique ne donne alors aucune indication.

Pour des mesures qui doivent être effectuées sur un module électronique, la prudence est recommandée. Le multimètre numérique est sensiblement moins brutal pour l'électronique que le multimètre analogique, parce que l'intensité du courant pourrait charger trop fortement l'objet mesuré.

Le multimètre analogique applique à ses bornes une tension de 1,5 V (tension de batterie), et à sa plus basse valeur ohmique, il passe un courant par exemple de 80 mA. Le multimètre numérique présente par exemple une tension de 2,7 V sur sa sortie pour un courant qui ne vaut que 0,85 mA.

2.1.2. Mesure avec le multimètre :

Suivant la nature de la mesure, il faut tenir compte de trois choses :

- Réglage du contacteur de sélection suivant le type et la plage de mesure
- Raccordement des conducteurs de mesure aux douilles de mesure correspondantes de l'appareil de mesure
- Circuit correspondant au type de mesure à l'endroit de mesure

2.1.3. Mesure de la tension :

Une mesure de tension est toujours raccordée en parallèle sur la charge. Pour cette raison, la résistance interne de l'appareil de mesure de tension doit présenter une résistance ohmique aussi élevée que possible pour ne pas influencer le circuit à mesurer.

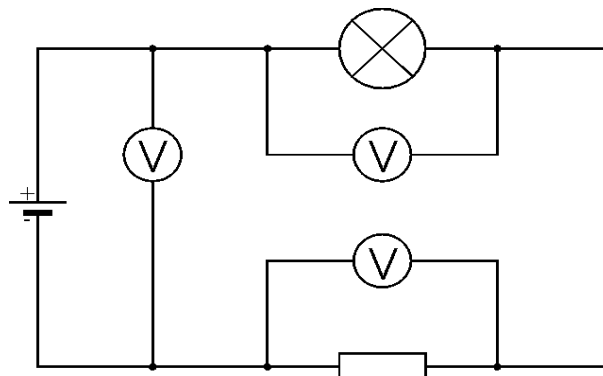


Figure 2.3 : Circuit de tension

Lorsque l'on effectue une mesure à l'aide d'un appareil de mesure de tension, il faut tenir compte des éléments suivants :

- Tenir compte du type de tension (AC/DC).
- Choisir la plage de mesure le plus grand possible.

Pour une tension continue, éventuellement tenir compte de la polarité.

2.1.4. Mesure de l'intensité du courant :

Un appareil de mesure de courant (ampèremètre) est toujours raccordé en série sur la charge. A cet effet, le conducteur du circuit de courant doit être ouvert, pour insérer l'appareil de mesure dans le circuit de courant. Le courant doit alors traverser l'appareil de mesure. La résistance interne de l'ampèremètre doit être aussi basse que possible pour ne pas influencer le circuit de courant.

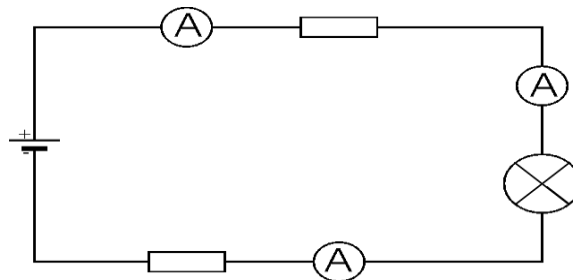


Figure 2.4 : Circuit d'intensité.

Pour la mesure à l'aide d'un ampèremètre, il faut tenir compte des éléments suivants :

- Tenir compte du type de courant (AC/DC).
- Sélectionner la plage de mesure la plus haute possible.
- Pour le courant continu, éventuellement tenir compte de la polarité.

Si le circuit de courant est peu accessible ou ne peut être ouvert, il faut mesurer la tension sur une résistance connue du circuit de courant. On peut ensuite calculer le courant à l'aide de la loi d'ohm :

$$I = \frac{U}{R}$$

Une autre possibilité consiste à utiliser une pince ampèremétrique que l'on utilise en association avec le multimètre.

2.1.5. Mesure de la résistance :

Pour éviter les erreurs de lecture et les imprécisions, le mieux est de mesurer la valeur de la résistance ohmique à l'aide d'un multimètre numérique.

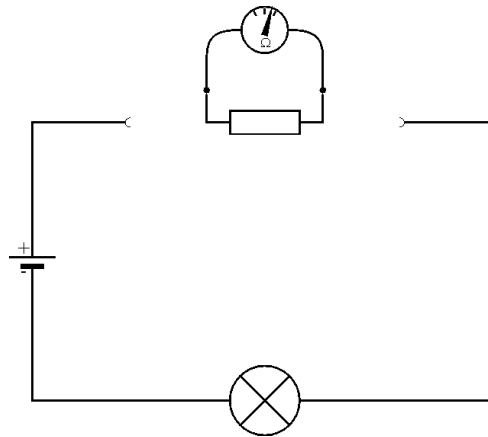


Figure 2.5 : Circuit de résistance

Dans le cas d'une mesure à l'aide d'un appareil de mesure de résistance (ohmmètre), il faut tenir compte des indications suivantes :

- Pendant la mesure, le composant à mesurer ne peut être raccordé à une source de tension, parce que l'appareil de mesure calcule la valeur de la résistance à partir de la tension et du courant.
- Le composant à mesurer doit être séparé d'un circuit au moins d'un côté. Sinon, les composants raccordés en parallèle influencent le résultat de la mesure.
- La polarité ne joue aucun rôle.

2.2. Oscilloscope :

Les oscilloscopes sont des appareils de mesure utilisables de nombreuses manières. Alors que les multimètres analogiques et numériques ne peuvent afficher que des valeurs fixes, un oscilloscope peut également représenter avec précision l'évolution de tensions alternatives et mixtes dans le temps. De plus, un multimètre ne prend une mesure que deux à trois fois par secondes.

L'oscilloscope est particulièrement important dans le domaine des véhicules à moteur ; si aucun code d'erreur n'a été mis en mémoire mais que des perturbations restent présentes, un test des composants est nécessaire pour détecter des erreurs sur des capteurs et des actionneurs. Avec un oscilloscope (portable) du commerce, et si on en dispose, dans les cas difficiles, un schéma de connexion, la recherche des défauts peut être très fructueuse même sans testeur de système.

Il existe des oscilloscopes dont les données techniques sont très différentes et pour les tâches de mesure les plus différentes. De plus, leur prix varie également beaucoup. Dans l'image ci-dessous, on en a représenté deux modèles.

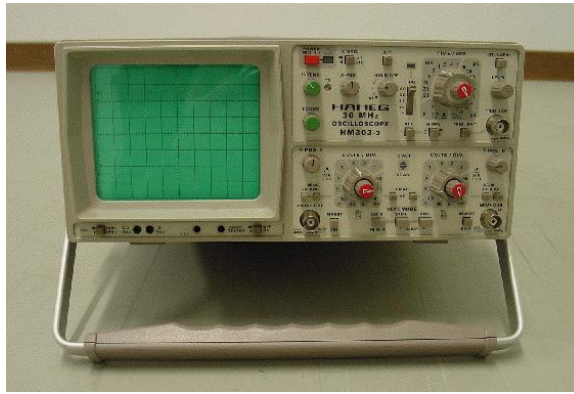


Figure 2.6 : Oscilloscope analogique

Sur un oscilloscope analogique, l'image est représentée en permanence sur l'écran. Pour cette raison, les pauses extrêmement courtes de détection et de représentation du signal de mesure disparaissent.



Figure 2.7 : Oscilloscope numérique

Un oscilloscope numérique détecte le signal de mesure à des intervalles donnés et le présente sur l'écran. Cette circonstance, qui a première vue pourrait paraître désavantageuse, est compensée par le fait qu'une fois détectées, les images sont mises en mémoire et peuvent même être imprimées. Ainsi, on peut constater des défauts qui ne peuvent être détectés sur l'oscilloscope analogique parce qu'ils n'apparaissent que temporairement ou durent trop peu longtemps.

On utilise aujourd'hui principalement des oscilloscopes à deux canaux. Ils possèdent deux circuits électroniques similaires qui sont appelés par exemple canal A et canal B. Cela permet de représenter simultanément sur l'écran deux évolutions différentes de la tension, et ce en association temporelle correcte. Ainsi, un oscilloscope à deux canaux offre par exemple la possibilité de mesurer simultanément la tension d'entrée et la tension de sortie d'un circuit et de les comparer l'une à l'autre ou de les évaluer. Cependant, chaque canal peut aussi être utilisé indépendamment pour une mesure.

Les sondes d'un oscilloscope :

Pour éviter des mesures erronées, on ne peut utiliser sur un oscilloscope que des connecteurs de mesure adaptés à l'appareil. Ils sont habituellement appelés sondes. Il existe différents modèles de sonde, qui se distinguent par la fréquence maximale qu'ils permettent de mesurer et la hauteur de la tension admissible qui peut leur être appliquée.

Suivant le modèle, le signal est amené directement à l'entrée de l'oscilloscope (sonde 1/1) ou être affaibli d'un facteur 10 ou 100. La plus facile à utiliser est une sonde combinée. Elle peut être commutée entre un fonctionnement 1/1 et un fonctionnement 10/1. Des sondes à affaiblissement incorporé doivent être étalonnées avant chaque utilisation. Pour ce faire, il existe sur l'oscilloscope une sortie d'étalonnage sur laquelle un signal rectangulaire pur peut être repris. Sur la sonde se trouve une petite vis de réglage qui permet d'étalonner la sonde.

La sonde est correctement équilibrée lorsque l'écran présente un signal rectangulaire pur (courbe centrale dans la figure ci-dessous).



Figure 2.8 : Courbe centrale.

3. Scanner :

Un scanner automobile, souvent appelé OBD (On-Board Diagnostics) scanner ou diagnostic auto, est un outil électronique utilisé pour interroger et diagnostiquer le système informatique de gestion du moteur et d'autres systèmes de véhicules modernes.

Voici une explication détaillée des techniques utilisées par un scanner automobile :

3.1. Fonctionnement d'un scanner automobile :

3.1.1. Interface de connexion :

- **Port OBD-II** : La plupart des véhicules produits après 1996 (aux États-Unis) sont équipés d'un port OBD-II. Ce port est situé sous le tableau de bord et permet de connecter un scanner au système de diagnostic embarqué du véhicule.

3.1.2. Communication avec l'ECU (Unité de Contrôle du Moteur) :

- **Protocole de communication** : les scanners utilisent divers protocoles pour communiquer avec l'ECU, comme CAN (Controller Area Network), ISO9141, KWP2000, etc.

3.1.3. Codes de diagnostic (DTC) :

Lorsqu'un problème est détecté dans le système. Le scanner lit ces codes pour identifier les problèmes.

3.2. Fonctions du scanner :

3.2.1. Lecture des codes de défaut :

Le scanner extrait les DTC pour aider à identifier les problèmes spécifiques du véhicule.

3.2.2. Effacement des codes de défaut :

Après réparation, les codes de défaut peuvent être effacés pour éteindre les voyants d'avertissement sur le tableau de bord.

3.2.3. Lecture des données en temps réel :

Le scanner peut afficher des données en direct des capteurs du véhicule, telles que les lectures de l'O₂, la température du liquide de refroidissement, le régime moteur (RPM), etc.

3.2.4. Test des systèmes et composants :

Certains scanners avancés peuvent effectuer des tests spécifiques sur des composants comme les actionneurs, les pompes, et d'autres systèmes pour vérifier leur fonctionnement correct.

3.3. Types de scanners :

3.3.1. Scanners de base :

Ils offrent des fonctionnalités de base comme la lecture et l'effacement des codes de défaut.

3.3.2. Scanners avancés :

Ils fournissent des données en temps réel, des tests approfondis, et peuvent souvent se connecter à des applications ou logiciels via Bluetooth ou Wi-Fi.

3.3.3. Scanners professionnels :

Utilisés par les mécaniciens et les ateliers de réparation, ils offrent des diagnostics avancés, des capacités de programmation et de codage des modules, et une compatibilité avec une large gamme de véhicules.

3.4. Processus d'utilisation d'un scanner automobile

1. **Connexion** : Branchez le scanner au port OBD-II du véhicule.
2. **Initialisation** : Allumez le véhicule et le scanner. Le scanner initialise la communication avec l'ECU.
3. **Navigation** : Utilisez l'interface du scanner pour accéder aux différentes fonctions (lecture des codes, données en temps réel, etc.).
4. **Analyse** : Interprétez les codes de diagnostic et les données pour identifier les problèmes potentiels.
5. **Action** : Effectuez les réparations nécessaires, puis utilisez le scanner pour effacer les codes de défaut et vérifier que le problème est résolu.

3.5. Marques de scanner :

Il existe plusieurs marques de scanner parmi eux :

3.5.1. Hautel :

Un scanner haute résolution (souvent appelé "hautel scanner" en français) est un outil avancé utilisé pour des diagnostics plus détaillés et précis des systèmes automobiles. Voici une explication des techniques et fonctionnalités spécifiques d'un scanner haute résolution pour les automobiles :

3.5.1.1. Fonctionnalités et techniques d'un scanner Hautel :

1. Diagnostics avancés :

- **Lecture précise des DTC** :

Les scanners haute résolution offrent une lecture plus précise et détaillée des codes de diagnostic de panne (DTC). Ils peuvent interpréter des codes spécifiques au fabricant et fournir des descriptions détaillées des problèmes.

- **Accès aux modules multiples** :

Ils peuvent accéder à un plus grand nombre de modules de contrôle dans le véhicule, tels que l'ABS, l'airbag, la transmission, le système de climatisation, etc.

2. Données en temps réel :

- **Données haute précision :**

Les scanners haute résolution peuvent afficher des données en temps réel avec une fréquence d'échantillonnage plus élevée, permettant une analyse plus fine des performances du véhicule.

- **Graphiques et enregistrements :**

Ils offrent la capacité de visualiser les données sous forme de graphiques et d'enregistrer ces données pour une analyse ultérieure.

3. Tests et adaptations :

- **Tests fonctionnels :**

Ces scanners peuvent effectuer des tests fonctionnels détaillés sur divers composants et systèmes, tels que les actionneurs, les pompes à carburant, et les capteurs.

- **Adaptations et codage :**

Ils permettent de réaliser des adaptations, des calibrations et des codages de nouveaux composants après leur remplacement ou réparation.

4. Mises à jour et support :

- **Mises à jour régulières :**

Les fabricants de scanners haute résolution fournissent des mises à jour régulières du logiciel pour inclure les derniers modèles de véhicules et les nouvelles fonctionnalités de diagnostic.

- **Support technique :**

Ils offrent souvent un support technique étendu pour aider les utilisateurs à interpréter les résultats des diagnostics et effectuer les réparations nécessaires.

5. Connectivité et compatibilité :

- **Connectivité avancée :**

Ces scanners peuvent se connecter via Bluetooth, Wi-Fi, ou USB à des ordinateurs ou des appareils mobiles pour une analyse plus approfondie.

- **Compatibilité élargie :**

Ils sont compatibles avec une large gamme de marques et de modèles de véhicules, y compris des véhicules de luxe et des véhicules utilitaires.

3.5.1.2. Utilisation d'un scanner Hautel :

1. Connexion et initialisation :

- Branchez le scanner au port OBD-II du véhicule.
- Allumez le véhicule et le scanner pour initialiser la communication avec l'ECU et les autres modules de contrôle.

2. Accès aux données et diagnostics :

- Utilisez l'interface utilisateur du scanner pour naviguer vers les différentes sections, telles que la lecture des DTC, les données en temps réel, et les tests fonctionnels.
- Interprétez les données et les résultats des tests pour diagnostiquer les problèmes avec une précision accrue.

3. Enregistrement et analyse :

- Enregistrez les données en temps réel et les résultats des tests pour une analyse détaillée.
- Utilisez les fonctionnalités graphiques pour visualiser les tendances et les anomalies dans les performances du véhicule.

4. Réparations et ajustements :

- Effectuez les réparations nécessaires en fonction des diagnostics précis fournis par le scanner.
- Utilisez les fonctionnalités d'adaptation et de codage pour configurer les nouveaux composants ou recalibrer les systèmes après réparation.



Figure 3.1 : Scanner Hautel [1]

3.5.2. Diagbox :

DiagBox est un logiciel de diagnostic automobile développé principalement pour les véhicules du groupe PSA (Peugeot et Citroën). Il est utilisé par les mécaniciens et les techniciens pour effectuer des diagnostics, des tests, des réglages et des mises à jour sur les véhicules Peugeot et Citroën. Voici une description détaillée de DiagBox et de ses fonctionnalités :

3.5.2.1. Fonctionnalités de DiagBox :

1. Diagnostic complet :

- **Lecture et effacement des codes de défaut (DTC) :**

DiagBox permet de lire les codes de diagnostic des pannes (DTC) enregistrés dans les différents modules du véhicule et d'effacer ces codes après les réparations.

- **Analyse des systèmes :**

Il permet d'analyser divers systèmes du véhicule, y compris le moteur, la transmission, l'ABS, les airbags, le système de climatisation, etc.

2. Données en temps réel :

- **Lecture des paramètres en direct :**

DiagBox affiche les données des capteurs et des systèmes en temps réel, ce qui permet de surveiller les performances du véhicule et de diagnostiquer les problèmes en cours de fonctionnement.

- **Enregistrement des données :**

Il offre la possibilité d'enregistrer les données pour une analyse ultérieure.

3. Tests et ajustements :

- **Tests d'actionneurs :**

DiagBox permet d'effectuer des tests fonctionnels sur divers actionneurs du véhicule, comme les injecteurs de carburant, les ventilateurs de refroidissement, etc.

- **Adaptations et codages :**

Il permet de configurer et de coder de nouveaux composants après leur remplacement, comme les injecteurs, les calculateurs, et d'autres modules.

4. Programmation et mise à jour :

- **Mise à jour des logiciels :**

DiagBox peut mettre à jour le logiciel des différents calculateurs du véhicule pour corriger des bugs, améliorer les performances, ou ajouter de nouvelles fonctionnalités.

- **Téléchargement de données :**

Il permet de télécharger des données spécifiques du constructeur pour des procédures de diagnostic avancées et des mises à jour de logiciels.

5. Compatibilité et connectivité :

- **Interface utilisateur :**

DiagBox offre une interface utilisateur intuitive qui facilite la navigation entre les différentes fonctions de diagnostic et de test.

- **Connectivité :**

Il se connecte aux véhicules via une interface de diagnostic OBD-II et peut également utiliser des interfaces propriétaires PSA.

3.5.2.2. Utilisation du DiagBox :

1. Installation et configuration :

- **Logiciel :**

Installez DiagBox sur un ordinateur compatible, généralement un PC Windows. Suivez les instructions d'installation fournies avec le logiciel.

- **Interface de diagnostic :**

Connectez l'interface de diagnostic (généralement une interface OBD-II compatible DiagBox) au port de diagnostic du véhicule.

2. Connexion au véhicule :

- **Initialisation :**

Allumez le véhicule et lancez DiagBox sur l'ordinateur. Le logiciel va initialiser la communication avec les modules de contrôle du véhicule.

- **Sélection du véhicule :**

Sélectionnez le modèle et l'année du véhicule dans le logiciel pour accéder aux fonctions de diagnostic spécifiques à ce véhicule.

3. Diagnostic et réparation :

- **Lire les codes de défaut :**

Utilisez DiagBox pour lire les DTC et identifier les problèmes potentiels.

- **Effectuer les tests et réparations :**

Suivez les instructions de diagnostic et de réparation fournies par le logiciel. Utilisez les fonctions de test et de codage pour effectuer les ajustements nécessaires.

- **Effacer les codes de défaut :**

Après les réparations, effacez les codes de défaut pour éteindre les voyants d'avertissement sur le tableau de bord.

4. Mise à jour et maintenance :

- **Mises à jour de logiciels :**

Utilisez DiagBox pour télécharger et installer les dernières mises à jour de logiciels pour les calculateurs du véhicule.

- **Maintenance préventive :**

Effectuez des diagnostics réguliers pour surveiller l'état du véhicule et prévenir les problèmes futurs.



Figure3.2 : Diagbox [10]

4. Reprogrammation du calculateur moteur :

La reprogrammation du calculateur optimise les performances du véhicule en modifiant les paramètres du calculateur moteur pour varier les caractéristiques du moteur : la puissance, le couple et la consommation spécifique.

En manipulant la cartographie (Cdiscount), on trouve les outils de diagnostic et de reprogrammation spécialisé pour réaliser toute opération. Qu'en soit un professionnel ou un passionné de mécanique, on y trouve tout l'outillage pour une reprogrammation fiable et efficace.

4.1. Courbes caractéristiques du moteur :

Les courbes caractéristiques du moteur nous indiquent les performances du véhicule à l'aide du calculateur moteur (ou ECU, Engine Control Unit) sont déterminées par divers paramètres et capteurs qui mesurent et contrôlent différentes variables du moteur. Parmi les principaux aspects gérés par le calculateur moteur et leur impact sur les performances du véhicule :

- Mélange Air-Carburant
- Injection de Carburant
- Allumage
- Gestion des Gaz d'Échappement
- Surveillance et Adaptation des capteurs
- Limitation de la Vitesse et du Régime Moteur
- Contrôle du Turbocompresseur

Les aspects gérés par le calculateur moteur sont classés par différentes phases :

4.1.1. Stage 1 :

Le stage 1 est une reprogrammation sur mesure sur banc de puissance, sans changer de pièces mécaniques. Le stage 1 est conçu de façon à ce que les paramètres moteur (injection, pression turbo, allumage ...) restent dans les normes de sécurité prescrites par le constructeur. Ce stage est donc 100% fiable et la durée de vie du moteur n'est pas diminuée. Ainsi, le stage 1 égale plus de plaisir, et sans souci.

4.1.2. Stage 2 :

Le stage 2, qui permet au moteur de fonctionner de façon optimale, en remplaçant certains éléments moteurs. Ce stage nous permet d'améliorer l'admission d'air avec un filtre à air sport ou une autre boîte à air, mais aussi d'améliorer l'évacuation des gaz d'échappement. Pour ce stage, il est parfois obligatoire de renforcer certaines pièces mécaniques comme l'embrayage, qui doit être renforcé sur certains moteurs, pour qu'il puisse supporter plus de couple. Pour chaque stage, les pièces remplacées sont indiquées.

4.1.3. Mode ECO :

L'ECO tuning est une reprogrammation individuelle du système de gestion moteur du véhicule. Le réglage des paramètres du moteur (allumage, injection, ...) se fait sur mesure sur le banc de puissance. La programmation et l'adaptation de toutes les valeurs que nous effectuons ici ne poursuivent qu'un seul but : réduire la consommation spécifique de carburant.

4.2. Système antipollution :

Comme nous avons pu varier les performances du véhicule en peut désactiver le système antipollution AdBlue et filtre a particule

4.2.1. AdBlue :

Créé en 2005 pour les poids lourds et généralisé en 2014 pour les véhicules légers, le système d'AdBlue injecte un mélange d'eau et d'urée dans le catalyseur des véhicules diesels afin d'en réduire les émissions d'oxyde d'azote.

Pour cela, il est composé de :

- Une commande dans le calculateur moteur
- Un réservoir avec une pompe
- Un injecteur d'urée placé dans le catalyseur

4.2.1.1. Les problèmes causés par l'AdBlue :

L'AdBlue est un liquide acide, qui cristallise en séchant, ayant des conséquences allant parfois jusqu'à la casse du moteur :

- Cristallisation dans le catalyseur et le filtre à particules : perte de puissance, étouffement moteur
- Cristallisation dans l'injecteur d'AdBlue : panne du système (démarrage bloqué)
- Cristallisation dans le réservoir d'AdBlue : pompe colmatée, panne du système (démarrage bloqué)
- Remontée de cristaux jusqu'aux soupapes d'échappement : moteur hors service (HS)

4.2.1.2. La solution par reprogrammation :

- Désactiver le système complet d'AdBlue
- Désactiver le blocage du démarrage
- Désactiver tous les voyants concernant ce système

4.2.2. Filtre à particule :

Les véhicules thermiques neufs, notamment les diesels et les essences à injection directe, sont équipés de filtres à particules (FAP en français, DPF en anglais). Ce système, situé entre le catalyseur et la ligne d'échappement, utilise un nid poreux en céramique fritté pour retenir les particules fines toxiques présentes dans les gaz de combustion pour protéger l'environnement.

La régénération active du FAP implique la programmation du calculateur moteur pour interagir avec le FAP. Il existe deux types de régénérations : passive, où les particules sont brûlées à haute température (>550 °C) lors de conduites à vitesse élevée, et active, déclenchée par le calculateur lors de conduites à vitesse constante et inférieure. Le calculateur détecte le colmatage en comparant les capteurs de pression avant et après le FAP. Une différence significative indique un colmatage, et le calculateur augmente alors artificiellement la température pour brûler les particules emprisonnées.

4.2.2.1. Les problèmes causés par le filtre à particule :

Dans certains cas d'utilisation, le FAP ne peut indéfiniment bloquer les fines particules. Dans le temps, ces résidus de particules carbonés non brûlés s'accumulent et sont concentrés pour encrasser le nid d'abeille du FAP.

Dans ces conditions, le FAP est bouché et n'arrive plus à jouer son rôle de filtration. Le conduit devient étroit et provoque une obstruction de l'échappement et donc des pertes de puissance du véhicule.

4.2.2.2. La solution par reprogrammation :

La suppression définitive du FAP est aussi appelée défapage qui s'effectue en deux étapes successives : la suppression FAP électronique et mécanique.

En ce qui concerne la suppression FAP électronique, des modifications électroniques sont apportées à la cartographie du calculateur du moteur. Le procédé consiste à supprimer les données liées au filtre à particules, c'est-à-dire reprogrammer le calculateur d'injection et éliminer le mécanisme de régénération du FAP.

Cette modification électronique n'entraîne aucun code défaut et peut ne pose aucun souci pour le passage au contrôle technique.

4.3. Programmeur :

Un programmeur de calculateur moteur, souvent appelé "ECU programmer" (Engine Control Unit programmer), est un outil utilisé pour lire, modifier et reprogrammer les paramètres d'un calculateur moteur. Ce dispositif est essentiel pour les ingénieurs et les techniciens automobiles.

Il existe plusieurs modes de lecture de l'ECU, chacun adapté à des besoins spécifiques de diagnostic, de programmation ou de maintenance.

4.3.1. Les principaux modes de lecture de l'ECU incluent :

1. Mode OBD (On-Board Diagnostics) :

Ce mode est le plus couramment utilisé pour le diagnostic standardisé des véhicules. Il permet la lecture des codes d'erreur (DTCs) et des données en temps réel via le port OBD-II, accessible facilement sous le tableau de bord. C'est un outil essentiel pour les techniciens automobiles pour effectuer des diagnostics de base et des vérifications d'émissions.

2. Mode Bench :

Ce mode implique la connexion directe à l'ECU hors du véhicule, souvent sur un banc de test. Il est utilisé pour les opérations de programmation et de diagnostic plus approfondies. Le mode Bench permet d'accéder à des zones de mémoire de l'ECU qui ne sont pas accessibles via le mode OBD, ce qui est crucial pour les modifications avancées et la réparation des ECU endommagés.

3. Mode Boot :

Ce mode est utilisé pour le re-flashage ou la reprogrammation complète de l'ECU. En mode boot, l'ECU démarre avec un programme de bootloader spécial qui permet de charger un nouveau logiciel sur l'ECU. Ce mode est souvent utilisé pour récupérer un ECU corrompu ou pour installer des mises à jour de firmware importantes.

4. Mode BDM (Background Debug Mode) :

Ce mode est un accès bas niveau à l'ECU via un interface spécialisé qui permet de lire et écrire directement dans la mémoire de l'ECU. Le mode BDM est principalement utilisé pour le développement, la modification et le débogage des logiciels embarqués dans l'ECU.

5. Mode K-Line/CAN* :

Ces modes utilisent des protocoles de communication spécifiques pour l'interaction avec l'ECU. K-Line est un protocole plus ancien souvent utilisé pour les véhicules avant l'introduction généralisée du CAN (Controller Area Network). Le mode CAN est aujourd'hui le plus utilisé dans les véhicules modernes, offrant des vitesses de communication plus élevées et une meilleure fiabilité.

Chaque mode de lecture de l'ECU a ses propres applications et avantages, permettant aux techniciens et ingénieurs d'interagir avec l'ECU de manière appropriée selon les besoins spécifiques du diagnostic, de la programmation ou de la maintenance.

La compréhension et la maîtrise de ces modes sont essentielles pour effectuer des interventions précises et efficaces sur les systèmes de gestion moteur.

4.3.2. Fonctionnement des modes de lecture et d'écriture de l'ECU :

Pour comprendre comment interagir efficacement avec un calculateur moteur (ECU), il est essentiel de se familiariser avec les différents modes de lecture et d'écriture. Chaque mode permet un accès spécifique aux données et paramètres de l'ECU, nécessitant des méthodes et outils appropriés pour extraire et modifier ces informations.

1. Mode OBD :

Lecture : En mode OBD, les techniciens peuvent lire les codes d'erreur (DTCs) et accéder aux données en temps réel, telles que les vitesses de moteur, les températures, les niveaux de carburant, etc. Cela se fait généralement via un scanner OBD-II connecté au port OBD du véhicule.

Écriture : Le mode OBD permet des opérations d'écriture limitées, comme la réinitialisation des DTCs ou l'ajustement de certains paramètres mineurs. Pour des modifications plus profondes, d'autres modes sont nécessaires.

3. Mode Boot :

Lecture : En mode boot, l'ECU démarre avec un programme de bootloader qui permet un accès bas niveau. Ce mode est souvent utilisé lorsque l'ECU est en état de "brique" (inopérant) à cause d'une mauvaise programmation.

Écriture : Le mode boot permet de réécrire complètement le firmware de l'ECU, y compris le programme de bootloader lui-même. Cela est crucial pour récupérer des ECU corrompus ou installer des mises à jour majeures.



Figure 4.3 : Mode Boot [6]

4. Mode BDM (Background Debug Mode):

Lecture : Le mode BDM offre un accès direct à la mémoire de l'ECU via une interface de débogage matérielle. Cela permet la lecture détaillée des données internes, des registres et de la mémoire flash, fournissant une visibilité complète sur le fonctionnement interne de l'ECU

Écriture : L'écriture en mode BDM permet des modifications très précises et directes des données de l'ECU, y compris les micrologiciels et les paramètres de configuration, ce qui est essentiel pour le développement et le débogage avancé.



Figure 4.4: Mode BDM (Background Debug Mode) [6]

6. Mode K-Line/CAN :

Lecture : En utilisant les protocoles de communication K-Line ou CAN, les techniciens peuvent accéder aux données de l'ECU en temps réel et lire les informations nécessaires pour le diagnostic et la surveillance. Le mode CAN, étant plus rapide, est préféré pour les véhicules modernes.

Écriture : L'écriture via K-Line ou CAN permet des modifications de paramètres en temps réel et la mise à jour de certains éléments du firmware. Le mode CAN permet des opérations plus rapides et fiables par rapport au mode K-Line.

La capacité de lire et d'écrire dans l'ECU est essentielle pour la maintenance, le diagnostic et l'optimisation des performances des véhicules modernes. La lecture des données permet de comprendre le comportement du moteur et d'identifier les problèmes potentiels, tandis que l'écriture permet de mettre à jour, de corriger et d'optimiser les paramètres de l'ECU pour améliorer les performances et la fiabilité du moteur.

La maîtrise de ces modes et des techniques associées est cruciale pour les techniciens et les ingénieurs, leur permettant d'intervenir efficacement sur les systèmes de gestion moteur et d'assurer une performance optimale des véhicules.

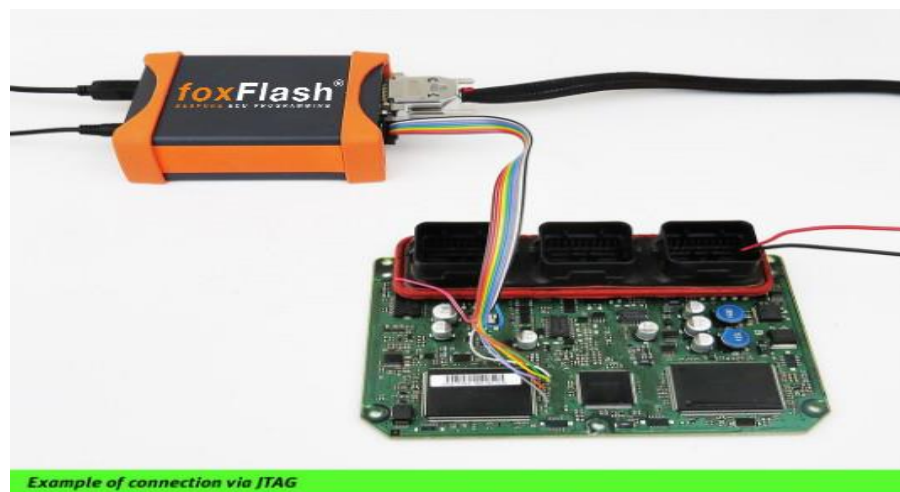


Figure 4.5: Mode K-Line/CAN [6]

CONCLUSION GENERALE :

Les systèmes embarqués dans les voitures modernes intègrent trois composants clés : les capteurs, les calculateurs et les actionneurs. Les capteurs collectent des données sur l'environnement et l'état du véhicule, les calculateurs analysent ces informations pour prendre des décisions, et les actionneurs exécutent ces décisions pour modifier le comportement du véhicule.

La maîtrise de l'utilisation du multimètre et de l'oscilloscope est vitale pour diagnostiquer et optimiser les circuits électriques. Le multimètre fournit des mesures précises des grandeurs telles que la tension, le courant et la résistance, et l'oscilloscope offre une analyse détaillée des signaux électriques en temps réel. Ces instruments combinés offrent une compréhension approfondie des circuits électriques, facilitant le diagnostic et l'optimisation des systèmes électroniques.

Actuellement la majorité des véhicules à moteur est embarqué par des systèmes électroniques : plus de 120 capteurs temps-réel embarqués informent plusieurs ordinateurs conseil d'administration.

Ces ordinateurs réels gèrent la quasi-totalité des fonctionnements du véhicule, le contrôle de la combustion et la manutention du combustible.

Caractéristiques d'un système embarqué : Le système électronique à bord d'une voiture se comporte comme un être humain :

Stratégie de l'humain : Observation + Réflexion + Action

Stratégie du système embarqué : Capteurs + Traitement + Action

Le scanner devient l'outil indispensable pour la lecture et le traitement des anomalies.

La reprogrammation du calculateur moteur est une méthode efficace pour améliorer les performances et la conformité environnementale des véhicules. En modifiant les courbes caractéristiques du moteur et en optimisant les systèmes antipollution. Les programmeurs jouent un rôle crucial en utilisant des outils spécialisés pour effectuer ces ajustements précis.

Les avancées dans ce domaine sont cruciales pour le développement de voitures autonomes et connectées, rendant les véhicules futurs plus intelligents et fiables.

Références & Bibliographie :

[1] www.auto-doc.fr

[2] www.hella.com

[3] André Migeon applications industrielles des capteurs 4 LAVOISIER 2009

[4] F. Baudoin M. Lavabre capteur principes et utilisations Casteilla 2008

[5] <https://www.delphiautoparts.com/>

[6] <https://www.autotuner-tool.com/fr/>

[7] M. MENARDON « La réparation automobile » CHOTARD ET ASSOCIES 1979

[8] Dr. KHELIL, D'après le cours de module (Capteur Et Instrumentation). Université Hassiba BENBOUALI Chlef, 2022.

[9] Capteurs Et Actionneurs, Signal Délivré ou Reçu, Schématisation et Contrôle. BAC PRO MVA-LPR E LEVASSOR-Y. JANIN

[10] Cours "Technique de diagnostic dans le secteur automobile " Juillet 2001