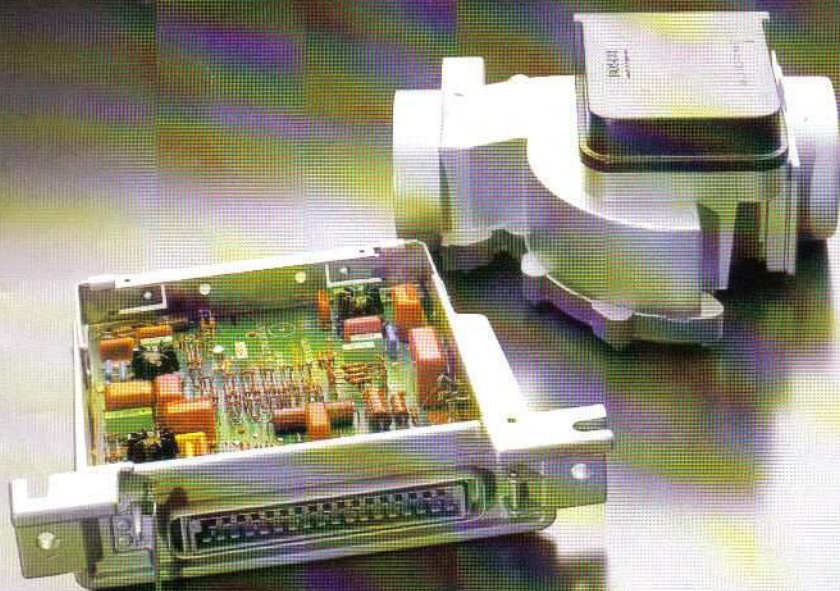


C2/1

L-Jetronic

Description technique



 **BOSCH**

L-Jetronic

Description Technique

- 2 **Avantages**
 - 4 **Monographie du système**
 - 5 **Schéma de fonctionnement**
 - 6 **Circuit de carburant**
 - Pompe électrique à carburant
 - Filtre à carburant
 - Régulateur de pression
 - Rampe de distribution
 - Injecteur
 - 9 **Mesure du débit d'air**
 - Mesure de la température de l'air
 - Mesure de la vitesse de rotation du moteur
 - 11 **Appareil de commande électronique**
 - 13 **Adaptations aux conditions de service**
 - Départ à froid
 - Réchauffage
 - Ralenti
 - Pleine charge
 - Frein-moteur
 - 17 **Circuit électrique**
 - 18 **Réduction des émissions toxiques**
 - 19 **Bibliographie**
-

Autres imprimés:

L-Jetronic, Grandeurs caractéristiques

VDT-C 2/2 Fr

Votre avantage: Le L-Jetronic de Bosch

Il s'agit d'un système autonome, à injection intermittente du carburant, à commande électronique.

Haute performance

La suppression du carburateur permet une conception optimale du collecteur et des canaux d'admission. Couple plus élevé grâce à un meilleur remplissage des cylindres. Le carburant est injecté directement devant les soupapes d'admission du moteur. Les canaux d'admission ne conduisent que de l'air au moteur. Ils peuvent être conçus librement, sans tenir compte de la répartition du mélange air/carburant.

Grâce à une conception optimale des canaux d'admission et en utilisant l'effet des mouvements vibratoires, on peut obtenir un meilleur remplissage des cylindres, une puissance spécifique plus élevée et une courbe caractéristique du couple correspondant mieux aux conditions de circulation.

Adaptation rapide

Le système L-Jetronic s'adapte sans délai aux charges variables du moteur.

Moins de carburant

Le moteur reçoit juste la quantité de carburant dont il a réellement besoin. Tous les cylindres reçoivent la même quantité de carburant quelles que soient les conditions de service.

Sur les véhicules équipés de carburateurs, le mélange air/carburant par cylindre n'a pas les mêmes proportions par suite des phénomènes de brassage de l'air dans les canaux d'admission. Une carburation, qui fournit même au cylindre le plus défavorablement alimenté encore assez de carburant, ne constitue pas une répartition optimale du carburant. Les conséquences en sont une consommation de carburant plus élevée et une sollicitation des cylindres inégale. Par contre, sur les systèmes Jetronic, il y a un injecteur par cylindre. Les injecteurs sont commandés par un appareil de commande central. On est ainsi assuré que tous les cylindres reçoivent toujours la même

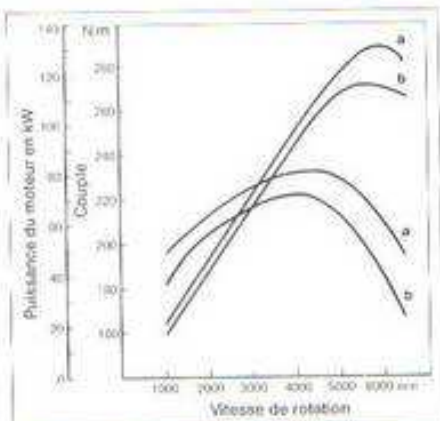


Figure 1
Courbes caractéristiques des puissances et des couples
a = avec le système Jetronic
b = avec un carburateur

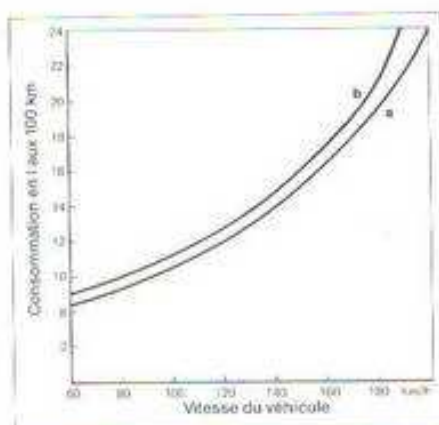


Figure 2
Consommation de carburant
a = avec le système Jetronic
b = avec un carburateur

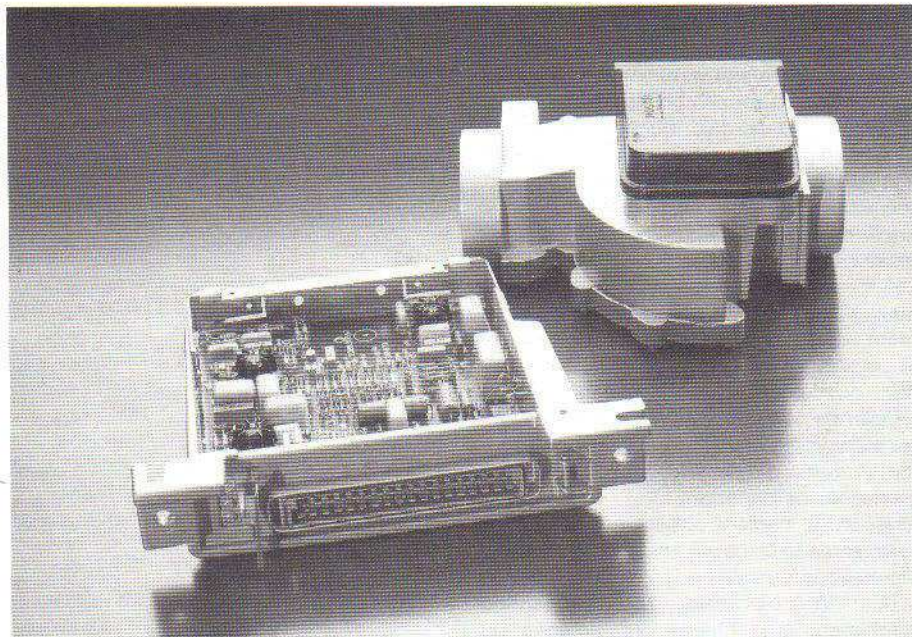
quantité de carburant, d'une manière optimale et dosée avec précision quelles que soient les conditions de service du moteur. Le dosage du carburant correspond exactement à la quantité nécessaire.

Gaz d'échappement contenant peu de substances toxiques

Seulement pour certains rapports de mélange, on obtient moins de substances toxiques dans les gaz d'échappement. Le système L-Jetronic maintient ces rapports de mélange d'une manière bien plus précise que les systèmes conventionnels de carburation. Le système Bosch L-Jetronic, en combinaison avec la régulation «Lambda», peut aussi satisfaire aux prescriptions encore plus sévères des lois sur la protection de l'environnement concernant les gaz d'échappement.

La concentration des composants toxiques dans les gaz d'échappement dépend directement du rapport air/carburant. Si l'on veut que le moteur fonctionne en émettant peu de substances toxiques dans les gaz d'échappement, il faut avoir une carburation capable de conserver un rapport air/carburant bien déterminé. Les systèmes Bosch Jetronic fonctionnent d'une manière si exacte que la précision de carburation nécessaire au respect des prescriptions actuelles sur les gaz d'échappement peut être assurée, dans la plupart des cas, par un appareil de commande. Des degrés d'exactitude comparables ne peuvent être atteints par des carburateurs qu'à grands frais disproportionnés.

De tels systèmes de carburateurs ne présentent plus d'avantages au point de vue prix par rapport aux systèmes Jetronic de plus, en ce qui concerne leurs possibilités d'extension par adjonction de composants supplémentaires et leur flexibilité d'emploi, ils sont désavantagés. Les systèmes Bosch Jetronic peuvent être équipés de sondes de prélèvement (sondes «Lambda»). On a ainsi la possibilité de constituer un circuit de régulation. Celui-ci permet un degré d'exactitude encore plus élevé de la formation du mélange. On peut satisfaire ainsi aux exigences encore plus sévères des lois antipollution sur les gaz d'échappement, comme c'est le cas aux Etats-Unis; de plus, on a créé les conditions nécessaires permettant la pose de catalyseurs de gaz d'échappement.



Domaine d'application

Sur tous les moteurs à essence, indépendamment de leur cylindrée ou de leur nombre de cylindres.

Ce système permet le montage de première monte, non seulement sur les moteurs de la nouvelle génération, mais encore sur tous les types de moteurs existants.

Sans entretien

Ce système ne nécessite pratiquement pas d'entretien. L'entretien est limité aux contrôles réguliers.

Qu'y a-t-il là-dessous?

Le succès et l'expérience acquise avec des millions de systèmes Jetronic sur plus de 50 types de voitures européennes sur les routes du monde entier.

Application

Bosch ne vous laisse pas tout seul avec vos problèmes. Nos spécialistes, qui possèdent une grande expérience dans le domaine des applications, vous aideront aussi à résoudre vos problèmes.

Le service après-vente

Les spécialistes Bosch et les pièces de rechange Bosch sont à votre disposition dans le monde entier, répartis dans plus de 5000 stations-service Bosch. Pour vous, c'est donc une preuve de garantie. Optez donc pour cette sécurité!

Les possibilités de livraison

Le réseau de vente Bosch dessert le monde entier. Bosch est représenté dans plus de 140 pays du globe. Ce qu'il vous faut est là – ou arrive dans les plus brefs délais.

La notion d'équipement

Bosch ne construit pas uniquement des systèmes d'injection. Bosch a aussi une vaste palette d'équipements automobiles pour le moteur et pour la carrosserie. Tous les produits, que vous vous procurez chez Bosch, ne sont pas des produits individuels, mais ils font partie d'un système. Bosch a le système dans lequel chaque pièce complète une autre pièce ou est adaptée à une autre pièce du système, que ce soit pour l'injection, le démarrage, l'allumage ou la production du courant électrique. Votre avantage est donc de pouvoir tout vous procurer chez Bosch, de l'équipement jusqu'au banc d'essai. Votre client vous en sera reconnaissant en vous faisant confiance. Car, il connaît Bosch et il sait que vous avez bien choisi.

Monographie du système

Le système d'injection L-Jetronic, conçu par Bosch, est la somme des expériences recueillies dans le développement et la construction du système D-Jetronic, qui est un système d'injection d'essence, commandé par la pression régnant dans le collecteur d'admission. Le système L-Jetronic est un équipement à fonctionnement intermittent, à injection à basse pression dans le collecteur d'admission. Le volume d'air aspiré par le moteur est mesuré sans délai et il est utilisé comme paramètre principal de commande de la quantité de carburant à injecter. Le carburant est dosé d'une manière optimale par des injecteurs à commande électromagnétique. Ces injecteurs fonctionnent à la même pression d'injection; la durée d'ouverture, proportionnelle à la quantité de carburant injectée, est déterminée d'une manière parfaite, dans l'appareil de commande électronique, en exploitant les informations fournies par les diverses sondes. La quantité de carburant injectée correspond exactement à la charge momentanée du moteur.

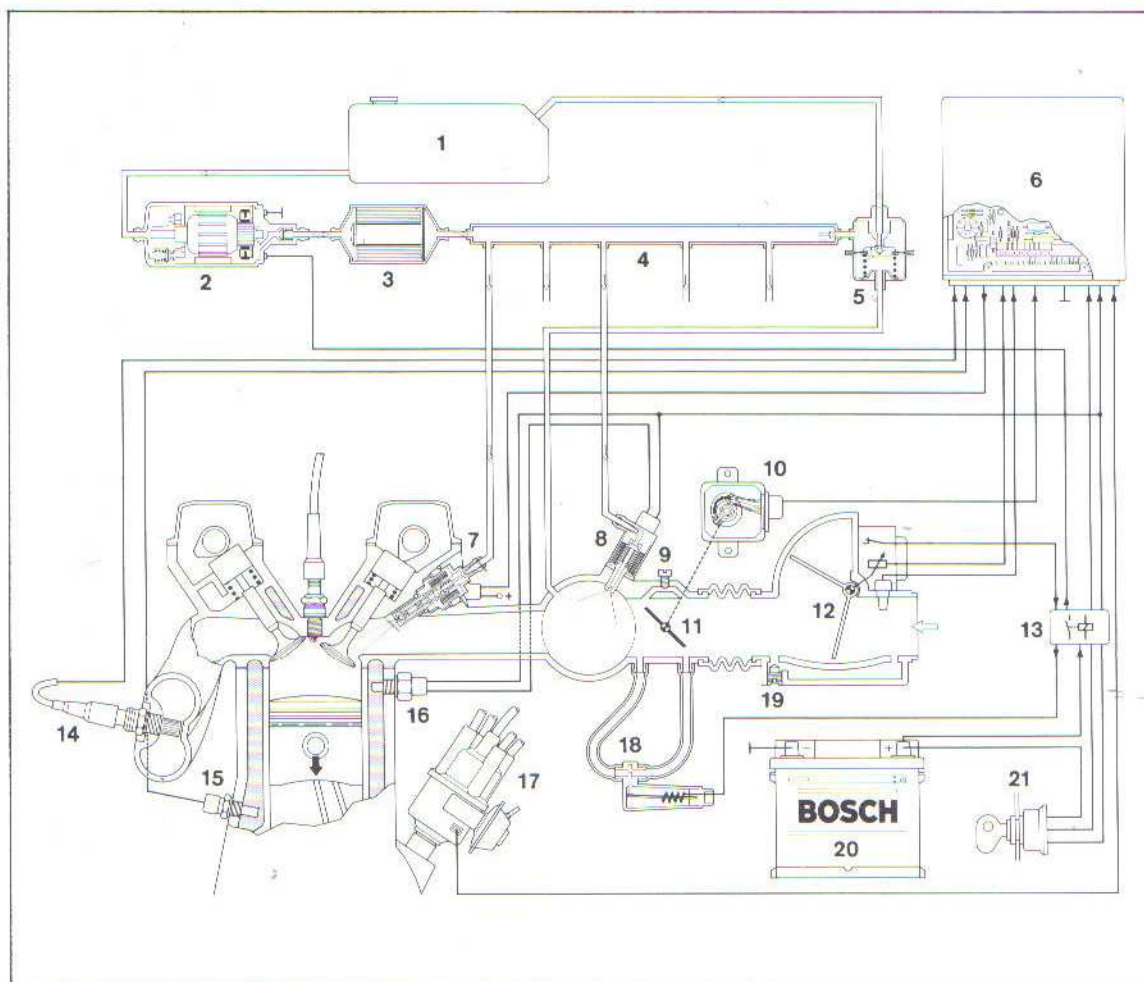


Figure 3
Schéma de
l'installation

- 1 Réservoir de carburant
- 2 Pompe électrique à carburant
- 3 Filtre à carburant
- 4 Rampe de distribution
- 5 Régulateur de pression
- 6 Appareil de commande électronique
- 7 Injecteur
- 8 Injecteur de départ à froid
- 9 Vis de réglage de la vitesse de ralenti
- 10 Contacteur de papillon
- 11 Papillon
- 12 Sonde de débit d'air
- 13 Ensemble de relais
- 14 Sonde «Lambda»
- 15 Sonde de la température du moteur
- 16 Thermocontact temporisé
- 17 Allumeur
- 18 Commande d'air additionnel
- 19 Vis de réglage de la richesse de ralenti
- 20 Batterie
- 21 Commutateur d'allumage/démarrage

Schéma du fonctionnement

Le L-Jetronic est constitué essentiellement de trois groupes fonctionnels:

Le circuit de carburant

Le circuit de carburant refoule le carburant du réservoir vers les injecteurs. Il engendre la pression nécessaire à l'injection et la maintient à une valeur constante.

Les sondes

Elles mesurent le paramètre essentiel, le volume d'air aspiré par le moteur. Par l'intermédiaire de la position du papillon, elles détectent l'état de charge du moteur. D'autres paramètres sont la vitesse de rotation du moteur, la température du moteur, la température de l'air aspiré et la tension électrique de bord.

L'appareil de commande

L'appareil de commande électronique exploite les informations données par les sondes et transmet des ordres correspondants aux injecteurs.

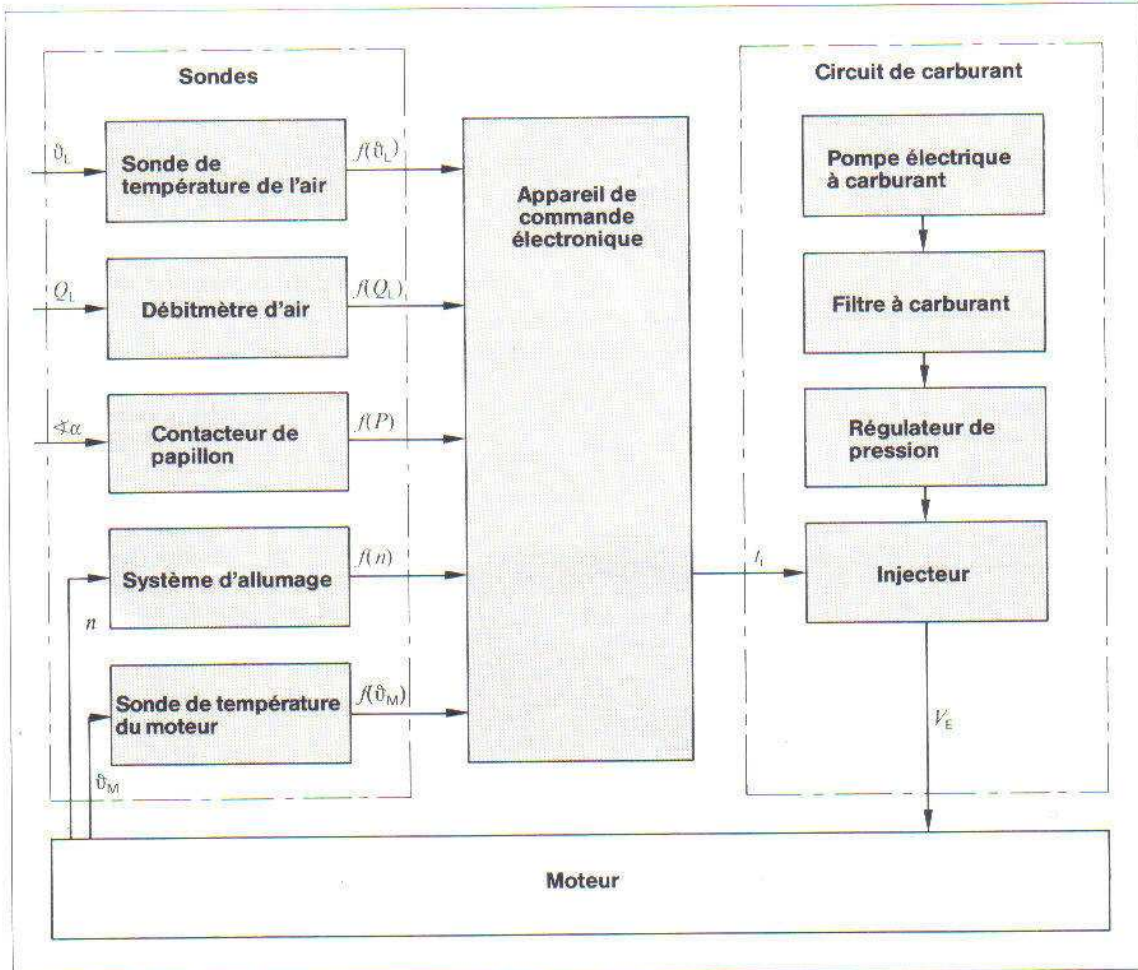


Figure 4
Représentation schématique du système L-Jetronic

- n_i impulsions d'injection
- V_E quantité de carburant injectée
- Q_L volume d'air aspiré
- ϑ_L température de l'air
- n vitesse de rotation du moteur
- ϑ_M température du moteur
- P état de charge du moteur
- φ_a position du papillon

Circuit de carburant

Le carburant est pompé du réservoir de carburant dans une rampe de distribution, à la pression de 2,5 bars, à travers un filtre, par une pompe électrique multicellulaire à rouleaux. Deux conduites de carburant sortent de la rampe de distribution et vont aux injecteurs. A l'extrémité de la rampe de distribution, il y a un régulateur de pression qui maintient la pression d'injection à une valeur constante. Dans le circuit de carburant, le volume de carburant en circulation est toujours plus élevé que les besoins en carburant du moteur, même dans des conditions de service extrêmes. Les carburant en excès passe par le régulateur de pression et retourne par gravité au réservoir de carburant. Grâce au rinçage continu du circuit de carburant, celui-ci est toujours alimenté en carburant froid. Ainsi, on évite la formation de bulles de gaz et on obtient des démarrages à chaud faciles.

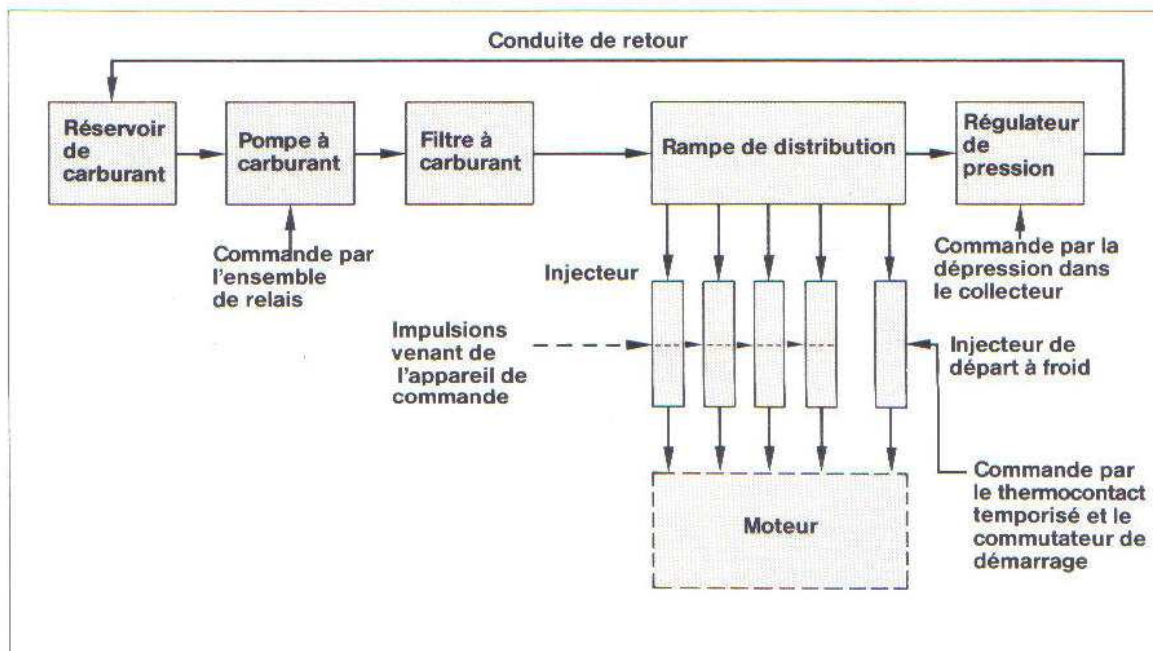


Figure 5
Bloc-diagramme du circuit de carburant

Pompe à carburant

Comme pompe à carburant, on utilise une pompe électrique multicellulaire à rouleaux. La pompe multicellulaire à rouleaux est la solution optimale pour pomper du carburant et pour engendrer la pression. La pompe et le moteur électrique sont placés dans un carter commun et sont environnés par le carburant. On évite ainsi l'emploi de joints d'étanchéité, qui sont la cause de pannes; de plus, il n'y a pas de problèmes de lubrification. En outre, le moteur électrique est bien refroidi. La pompe électrique à carburant ne nécessite pas d'entretien. Elle peut être disposée sur le dessous du véhicule, à proximité immédiate du réservoir de carburant.

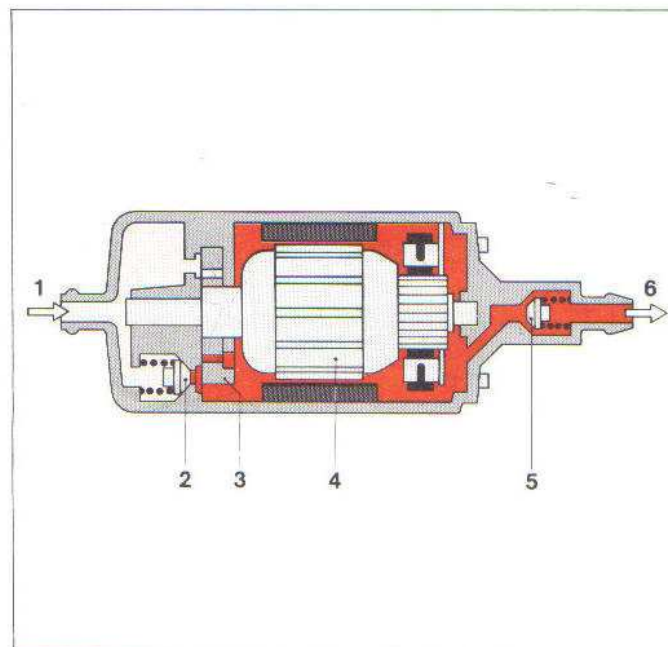


Figure 6
Représentation schématique de la pompe électrique à carburant

- 1 Côté aspiration
- 2 Limiteur de pression
- 3 Pompe multicellulaire à rouleaux
- 4 Induit du moteur
- 5 Clapet de non-retour
- 6 Côté refoulement

Filtre à carburant

Le filtre à carburant est monté en aval de la pompe électrique. On utilise un filtre en papier d'une finesse de filtration de 10 µ associé à un tamis. Le filtre est placé dans un carter en aluminium et il doit être remplacé au complet. En moyenne, le filtre doit être changé tous les 30 000 km.

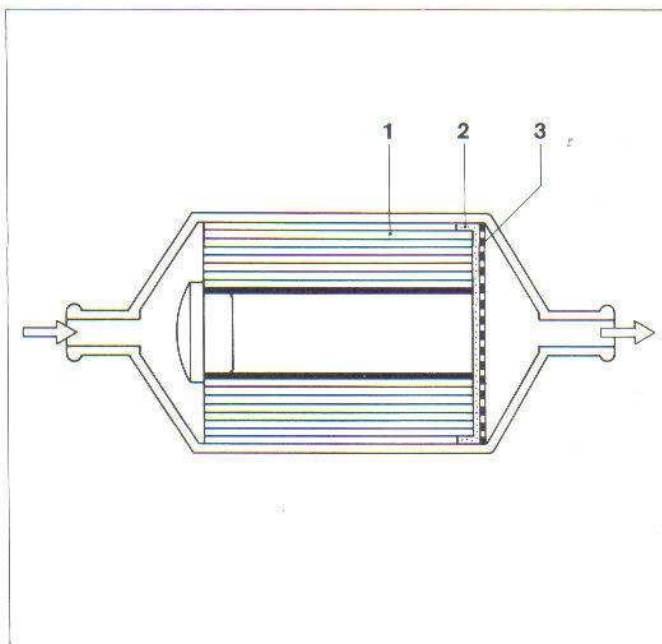


Figure 7
Filtre à carburant (représentation schématique)

- 1 Filtre en papier
- 2 Tamis
- 3 Plaque de maintien

Régulateur de pression

Le régulateur de pression est placé à l'extrémité de la rampe de distribution. C'est un régulateur commandé par une membrane et qui module la pression de décharge. Ce régulateur, suivant l'équipement, règle la pression de carburant à 2,5 ou 3 bars. La chambre à ressort du régulateur est reliée au collecteur d'air du moteur par une conduite. Ceci a pour effet que la pression dans le circuit de carburant dépend de la pression absolue régnant dans le collecteur d'admission, et que la perte de charge au-dessus des injecteurs est donc la même dans toutes les positions du papillon.

Rampe de distribution

Il s'est avéré fonctionnel d'amener le carburant par une rampe de distribution de grand diamètre, d'où partent les conduites individuelles vers chaque injecteur. Cette disposition permet un montage simple sur les moteurs à cylindres en ligne et sur les moteurs à cylindres en V. Elle assure la même pression d'injection à tous les injecteurs.

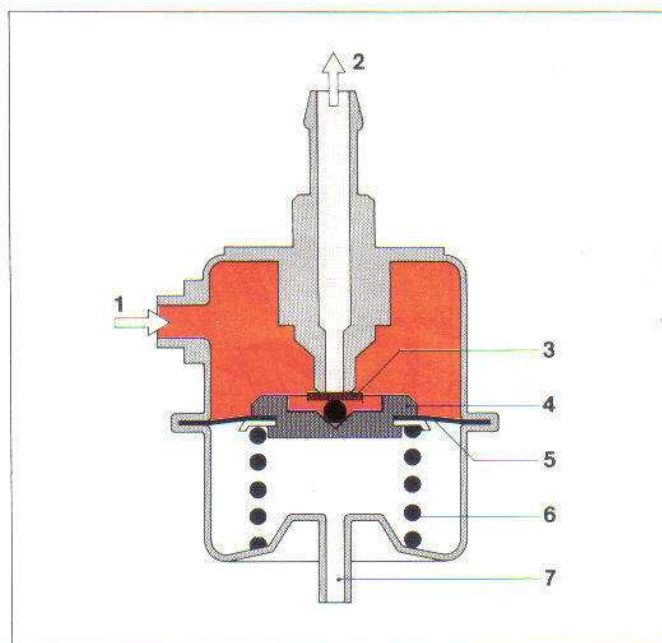


Figure 8
Régulateur de pression (représentation schématique)

- 1 Arrivée du carburant
- 2 Retour au réservoir
- 3 Soupape
- 4 Support de soupape
- 5 Membrane
- 6 Ressort de pression
- 7 Raccordement à la conduite de dépression

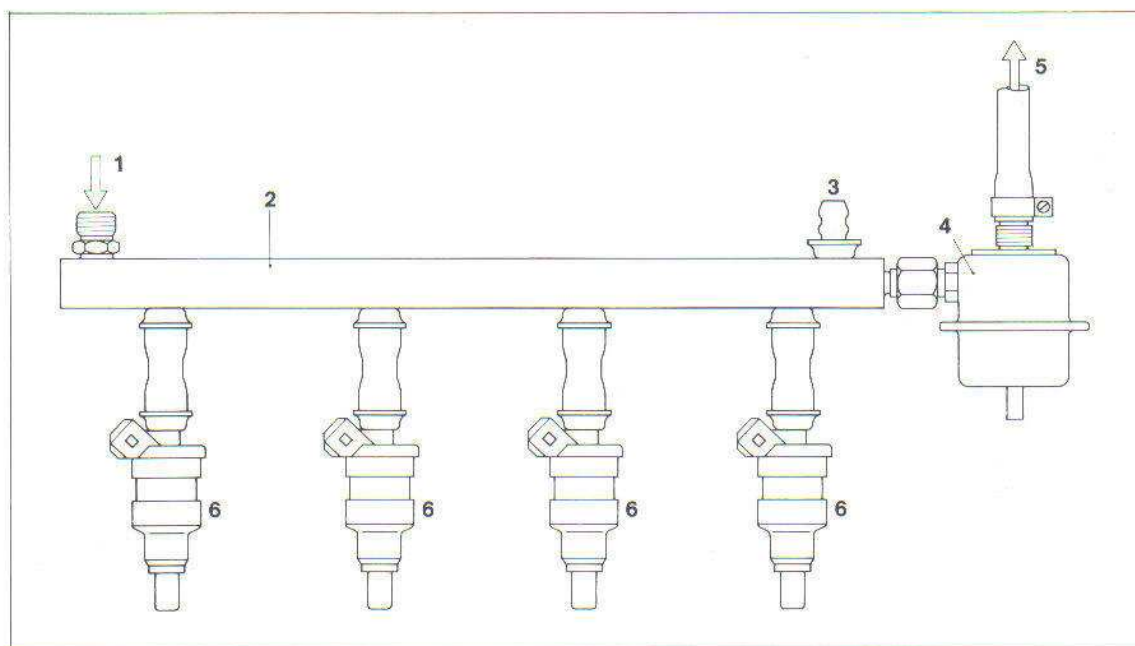


Figure 9
Rampe de distribution

- 1 Arrivée de carburant
- 2 Rampe de distribution
- 3 Raccord pour injecteur de départ à froid
- 4 Régulateur de pression
- 5 Retour au réservoir
- 6 Injecteurs

Injecteur

Les injecteurs injectent le carburant dans la pipe d'admission de chaque cylindre, juste devant les soupapes d'admission du moteur. Ils sont actionnés électromagnétiquement et ouverts ou fermés par des impulsions venant de l'appareil de commande électronique. La buse de l'injecteur a une aiguille à téton d'injection rectifié. Le carburant injecté est finement pulvérisé; l'angle d'injection est de 25° environ. L'injecteur doit être monté à une distance d'environ 70 à 100 mm du trou d'injection à la soupape d'admission pour obtenir une bonne répartition du carburant pour une perte minime par condensation. Il faut toutefois éviter l'aspersion de la paroi de la tubulure d'admission. Les injecteurs sont fixés sur des supports spéciaux; le positionnement des injecteurs est effectué par des éléments en caoutchouc moulés. L'isolation thermique ainsi obtenue empêche la formation de bulles de vapeur et permet ainsi des démarrages à chaud sans problèmes. En outre, les éléments de fixation en caoutchouc moulés absorbent une grande partie des vibrations.

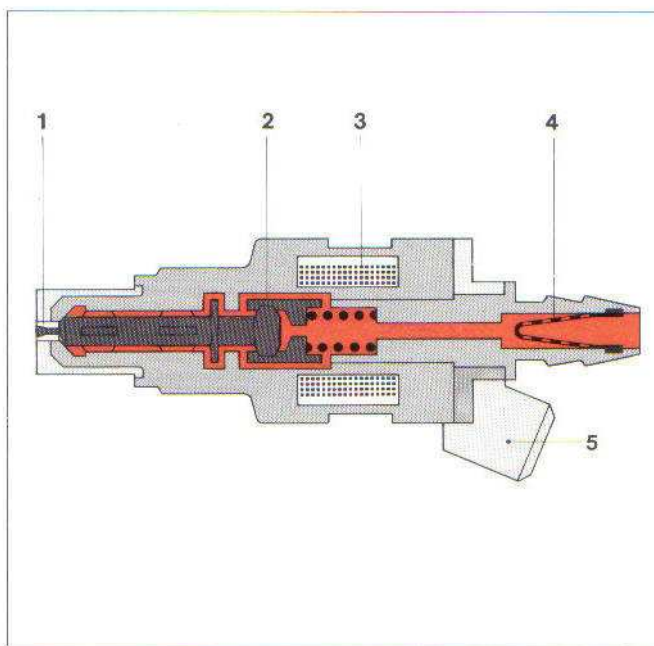
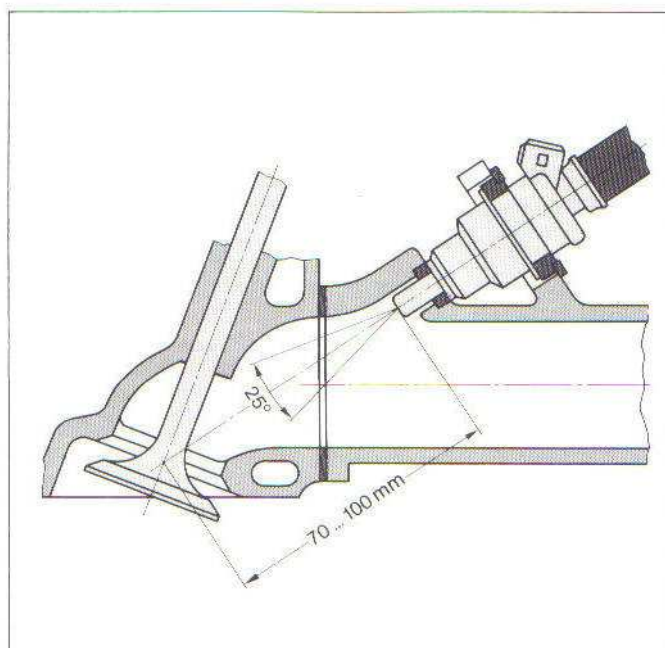


Figure 10

- 1 Aiguille d'injecteur
- 2 Noyau magnétique
- 3 Enroulement magnétique
- 4 Filtre
- 5 Connexion électrique

Figure 11
Montage
de l'injecteur

Mesure du débit d'air

Le débitmètre se trouve avant le papillon, entre le filtre à air et le collecteur d'admission. Le volume d'air total aspiré par le moteur est mesuré et sert de paramètre de base au dosage du carburant. La quantité de carburant déterminée par la mesure du volume d'air est appelée quantité de base du carburant.

Débitmètre d'air

Le principe de mesure est le suivant: le flux d'air provenant de l'air aspiré dans le collecteur d'admission du moteur a une certaine énergie, d'où une force qui s'oppose à la force de rappel d'un ressort monté sur un volet-sonde. Le volet est dévié de telle manière que, en corrélation avec le profil du canal de mesure, la section de passage libre du collecteur d'admission devient de plus en plus grande au fur et à mesure que la quantité d'air augmente et que la perte de pression, provoquée par les tourbillons d'air, reste constante sur toute la plage de mesurage. Le ressort de rappel du volet-sonde a, pour cette raison, une courbe caractéristique plane. La modification de la section libre du collecteur d'admission, dépendant de la position du volet-sonde, a été choisie de telle façon qu'il y ait un rapport logarithmique entre l'angle fait par le volet-sonde et la quantité d'air de passage. Ainsi, on atteint une grande sensibilité du débitmètre d'air, même pour de faibles volumes d'air là où un haut degré d'exactitude est exigé. Il a été prévu un volet de compensation, solidaire du volet-sonde de mesurage, pour éviter que les ondes de pression, causées dans le collecteur par les courses d'admission des pistons, ne modifient trop la position du volet-sonde. Les ondes de pression, engendrées par les mouvements vibratoires, agissent uniformément sur le volet-sonde et sur le volet de compensation. Les couples développés s'annulent alors si bien que le mesurage n'est pas influencé.

La position angulaire du volet-sonde est transformée en tension électrique par un potentiomètre. Le potentiomètre est conçu de telle façon que le rapport débit d'air/tension électrique fournie est inversement proportionnel. Au cours de la fabrication en série, le potentiomètre est équilibré, d'une manière entièrement automatique, sur un banc d'étalonnage, à l'aide d'un laser commandé par ordinateur. Seuls les rapports des résistances électriques sont exploités par l'appareil de commande électronique afin que l'usure mécanique du potentiomètre et les variations de température n'influencent pas la précision de la détection. Pour le réglage du rapport air/carburant au ralenti, une vis de réglage bypass a été prévue; cette vis détourne une faible quantité d'air de la section de passage du volet-sonde.

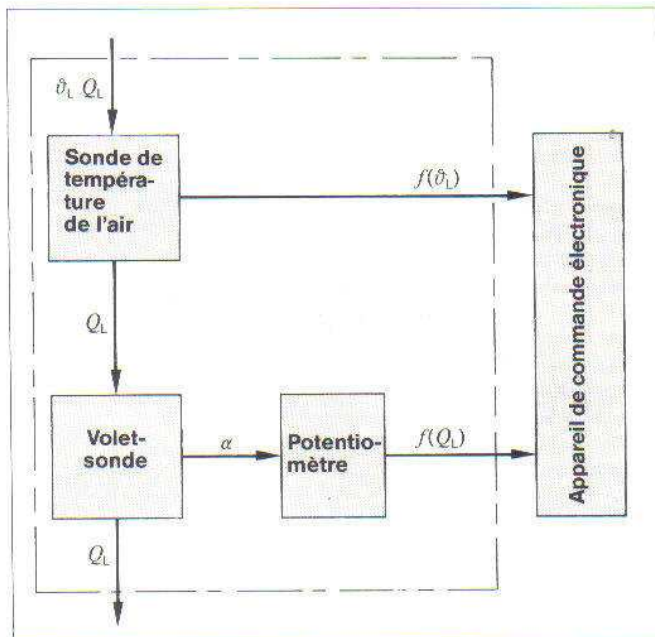


Figure 12
Débitmètre d'air
 ϑ_L température de l'air aspiré
 Q_L volume d'air aspiré
 a position du volet-sonde
 $f(Q_L)$, tension de commande
 $f(\vartheta_L)$ tension de commande

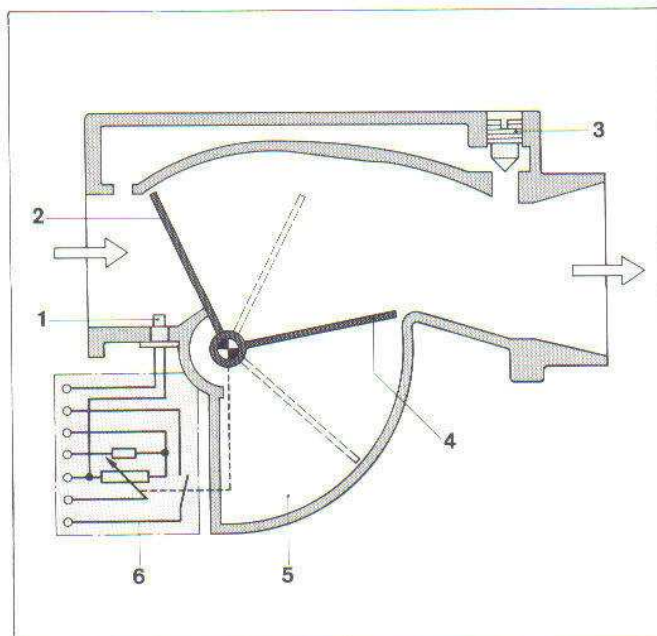


Figure 13
Débitmètre d'air (dessin en coupe)
1 Sonde de température de l'air
2 Volet-sonde
3 Vis de richesse de ralenti
4 Volet de compensation
5 Volume d'amortissement
6 Connexions électriques

Correction de la masse d'air par mesure de la température de l'air

Une sonde de température est montée dans le canal d'aspiration du débitmètre d'air étant donné que la masse d'air nécessaire à la combustion dépend de la température de l'air aspiré; la sonde de température transmet à l'appareil de commande électronique la température de l'air aspiré. En tenant compte de cette température de l'air, l'appareil de commande donne des ordres correspondants pour le dosage du carburant.

Connexions électriques et montage

Le branchement du débitmètre d'air sur l'appareil de commande électronique est effectué par l'intermédiaire d'un connecteur multiple et du faisceau de câbles du système Jetronic.

Des débitmètres ayant des plages de mesurage qui se recoupent sont disponibles; ils sont conçus pour les volumes différents d'aspiration de l'air variant suivant la taille du moteur.

Le débitmètre est monté avant le papillon dans le sens de l'écoulement de l'air. Des deux côtés, entrée et sortie, il doit y avoir des sections courtes d'amortissement pour que des rapports d'écoulement bien définis règnent au voisinage du volet-sonde. La fixation du débitmètre est faite sur la carrosserie. En outre, les tuyauteries d'admission peuvent être conçues pour obtenir le remplissage optimal des cylindres et la répartition uniforme des volumes d'air.

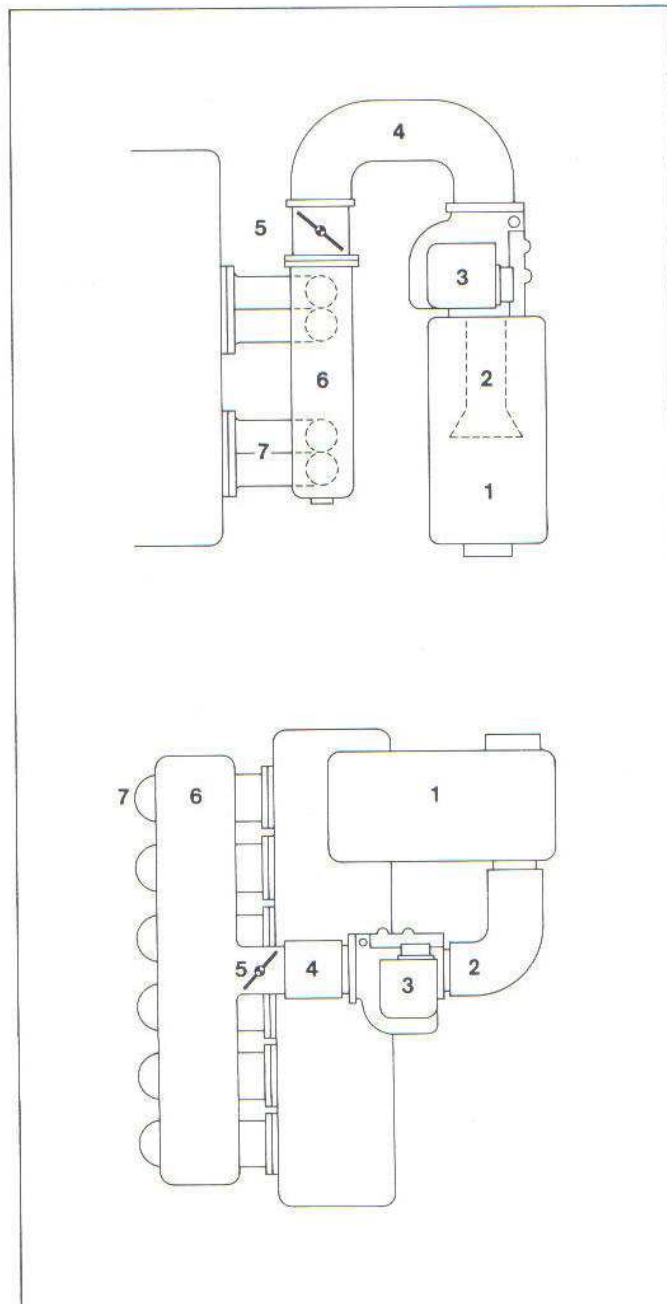


Figure 14
Exemples de montage

- 1 Filtre à air
- 2 Section d'amortissement
- 3 Débitmètre d'air
- 4 Flexible de raccordement
- 5 Papillon
- 6 Collecteur
- 7 Pipe d'admission

Mesure de la vitesse de rotation du moteur

Les injecteurs injectent 2 fois par tour d'arbre à cames. Les informations sur la vitesse de rotation du moteur sont transmises par le rupteur de l'allumeur à l'appareil électronique de commande du L-Jetronic sur les systèmes d'allumage à commande par rupteur mécanique. Sur les systèmes d'allumage à commande sans rupteur mécanique, les informations sont transmises par le bloc électronique du système d'allumage.

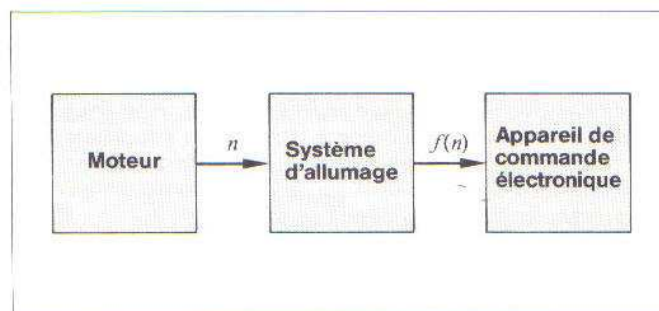


Figure 15
Mesure de la vitesse de rotation

- n vitesse de rotation du moteur
- $f(n)$ signal de vitesse de rotation

Appareil de commande électronique

L'appareil de commande électronique, en tant que centrale de pilotage, exploite les signaux fournis par les sondes sur les conditions de service du moteur. Il émet alors des impulsions de commande destinées aux injecteurs. La quantité de carburant à injecter est dosée en agissant sur la durée d'ouverture des injecteurs. Tous les injecteurs sont branchés en parallèle afin de limiter l'importance des circuits de l'appareil de commande électronique. La quantité de carburant nécessaire à un cycle de fonctionnement est injectée deux fois par tour d'arbre à cames, à raison de 50 % par injection, tout en obtenant cependant une carburation uniforme. En outre, cette méthode offre l'avantage suivant: il n'est pas nécessaire d'avoir une correspondance fixe de la position des cames de l'arbre à cames par rapport au point d'injection. C'est pourquoi les impulsions d'injection peuvent être déclenchées directement par le rupteur (ou par les bloc électronique, sur les systèmes d'allumage à commande sans rupteur); une impulsion de commande est déclenchée chaque deux, trois ou quatre allumage suivant que le moteur ait quatre, six ou huit cylindres. Pour simplifier la réalisation des circuits, on utilise principalement des circuits intégrés qui, en plus, garantissent un haut degré de fiabilité. L'appareil de commande est placé dans un coffret métallique et il est branché au faisceau de câbles du système Jetronic par l'intermédiaire d'un connecteur multiple.

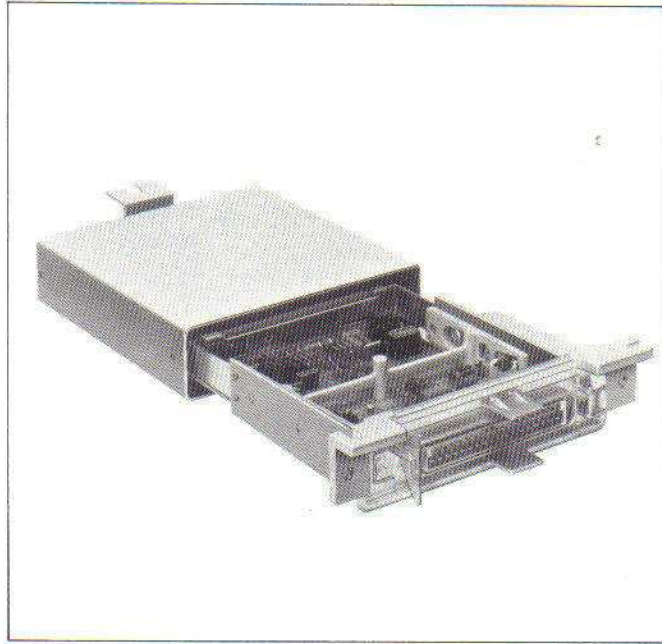


Figure 16
Appareil de commande électronique du L-Jetronic

Tension de bord

La tension de bord, suivant l'état de charge de la batterie, est sujette à des variations qui auraient des répercussions sur le fonctionnement des injecteurs à commande électromagnétique. Pour pallier cet inconvénient, la tension de bord est mesurée dans l'appareil de commande électronique et, lors de la formation des impulsions d'injection, il est tenu compte de ces différences de tension d'une manière correspondante.

Mode de fonctionnement de l'appareil de commande électronique

La tension électrique fournie par le débitmètre d'air, qui est fonction du volume d'air aspiré par unité de temps, détermine le temps de pause t_D d'un multivibrateur-diviseur de commande, qui est déclenché deux fois par tour d'arbre à cames. Les impulsions de déclenchement sont prélevées sur le rupteur ou sur une sortie correspondante du bloc électronique des systèmes d'allumage à com-

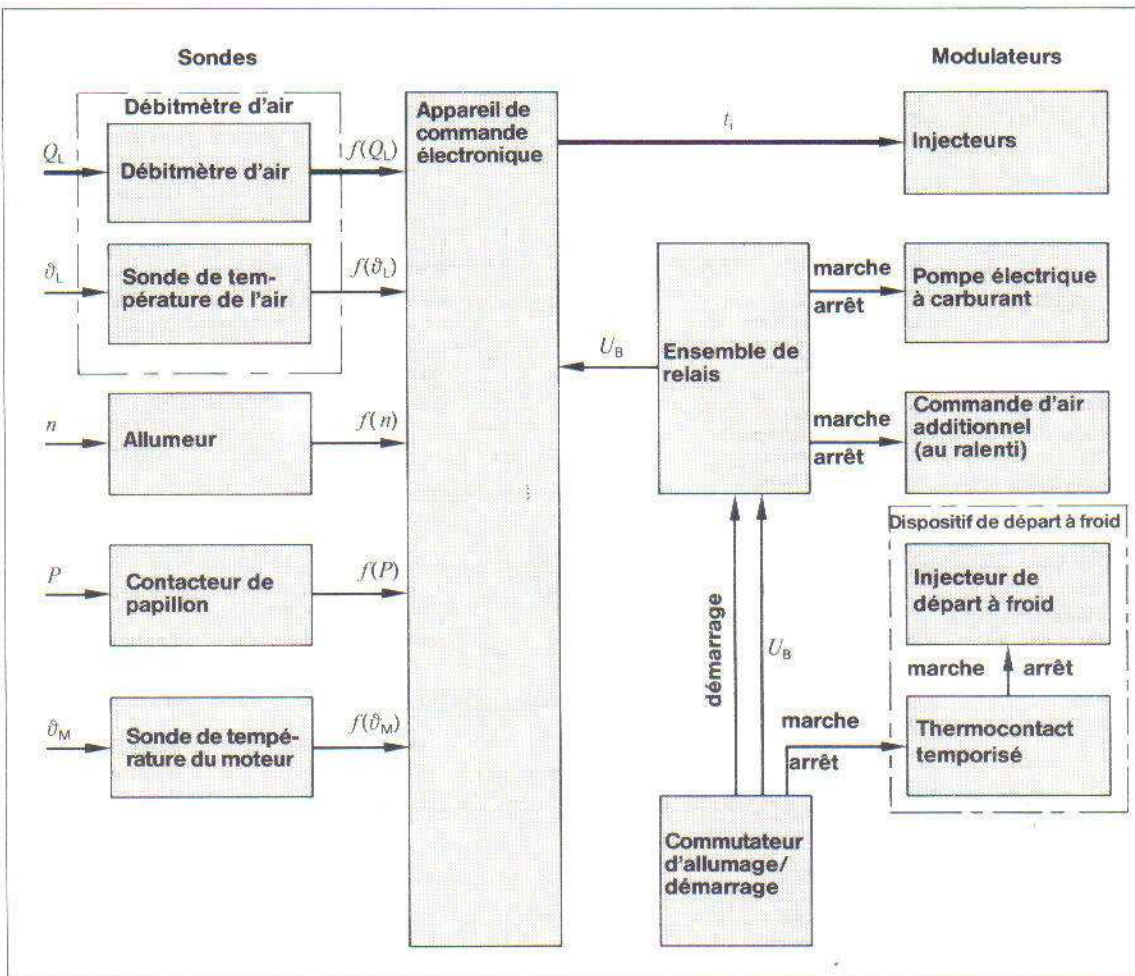


Figure 17
Signaux et paramètres de commande dans l'appareil de commande électronique

- Q_L volume d'air aspiré
- ϑ_L température de l'air
- n vitesse de rotation du moteur
- P état de charge du moteur
- ϑ_M température du moteur
- $f(Q_L)$ signal pour le volume d'air
- $f(\vartheta_L)$ signal pour la température de l'air
- $f(n)$ signal pour la vitesse de rotation
- $f(P)$ signal pour l'état de charge
- $f(\vartheta_M)$ signal pour la température du moteur
- t_i impulsions de commande pour les injecteurs
- U_B tension de bord

mande sans rupteur et conduites à un multivibrateur de commande par l'intermédiaire d'un étage conformateur d'impulsions et diviseur de fréquence.

Le temps de pause t_p du multivibrateur de commande est en outre proportionnel à l'intervalle entre deux impulsions de déclenchement, c'est-à-dire inversement proportionnel à la vitesse de rotation du moteur. L'information sur le volume d'air aspiré et mesuré est donc divisée par le nombre de tours et transformée en une information sur le volume d'air aspiré par course. Le temps de pause t_p du multivibrateur de commande est donc proportionnel au volume d'air Q_L aspiré par course d'admission. A l'aide du diagramme des impulsions, on comprend comment les impulsions d'injection sont produites sur un moteur à 4 cylindres. Le multivibrateur de commande renferme un condensateur C qui est chargé à une intensité constante de courant I_A pendant un intervalle de temps $\frac{1}{2}n$ entre deux impulsions de déclenchement de telle sorte que la tension électrique du condensateur U_C , obtenue à la fin de cette période, est inversement proportionnelle à la vitesse de rotation, soit:

$$U_C \sim \frac{I_A}{2n} \quad (1)$$

Ensuite, le condensateur C se décharge du courant d'intensité I_E . Le temps de décharge du condensateur est le temps de pause t_p du multivibrateur de commande:

$$t_p \sim \frac{I_A}{2n I_E} \quad (2)$$

La valeur de l'intensité du courant de décharge I_E est déterminée par le volume d'air Q_L aspiré par le moteur par unité de temps dont la formule est:

$$I_E \sim \frac{1}{Q_L} \quad (3)$$

d'où on tire:

$$t_p = a \frac{Q_L}{n} \quad (4)$$

La constante a est choisie de telle façon que le multivibrateur de commande fournisse des impulsions qui correspondent environ à la moitié de la durée d'injection.

L'étage multiplicateur, qui succède au multivibrateur et dont le facteur de multiplication k dépend de certaines corrections, p.ex. en fonction de la température du moteur (réchauffage), de la position du papillon (ralenti et pleine charge) et de la température de l'air aspiré, prolonge la durée des impulsions du temps t_m .

Enfin, ces impulsions sont prolongées d'un temps t_s , dépendant de la tension de bord, pour compenser les temps différents d'attraction et de retombée de l'aiguille des injecteurs électromagnétiques lors des variations de la tension de bord. Le temps

$$t_i = t_p + t_m + t_s \quad (5)$$

contient, désormais, toutes les informations nécessaires sur les besoins en carburant du moteur. Les injecteurs sont commandés par les impulsions de durée t_i .

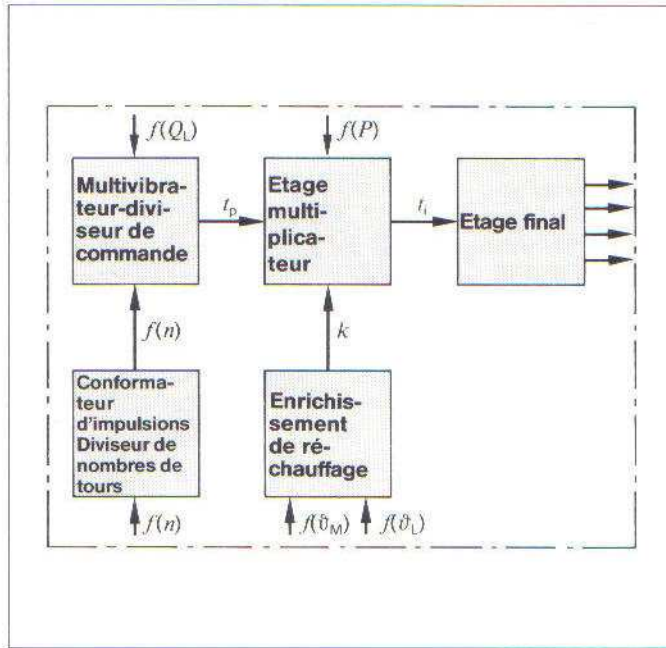


Figure 18 Schéma fonctionnel de l'appareil de commande électronique

- Q_L volume d'air aspiré
- P état de charge
- n nombre de tours
- ϑ_M température du moteur
- ϑ_L température de l'air
- k facteur de correction
- t_p impulsions de base
- t_i impulsions d'injection, corrigées

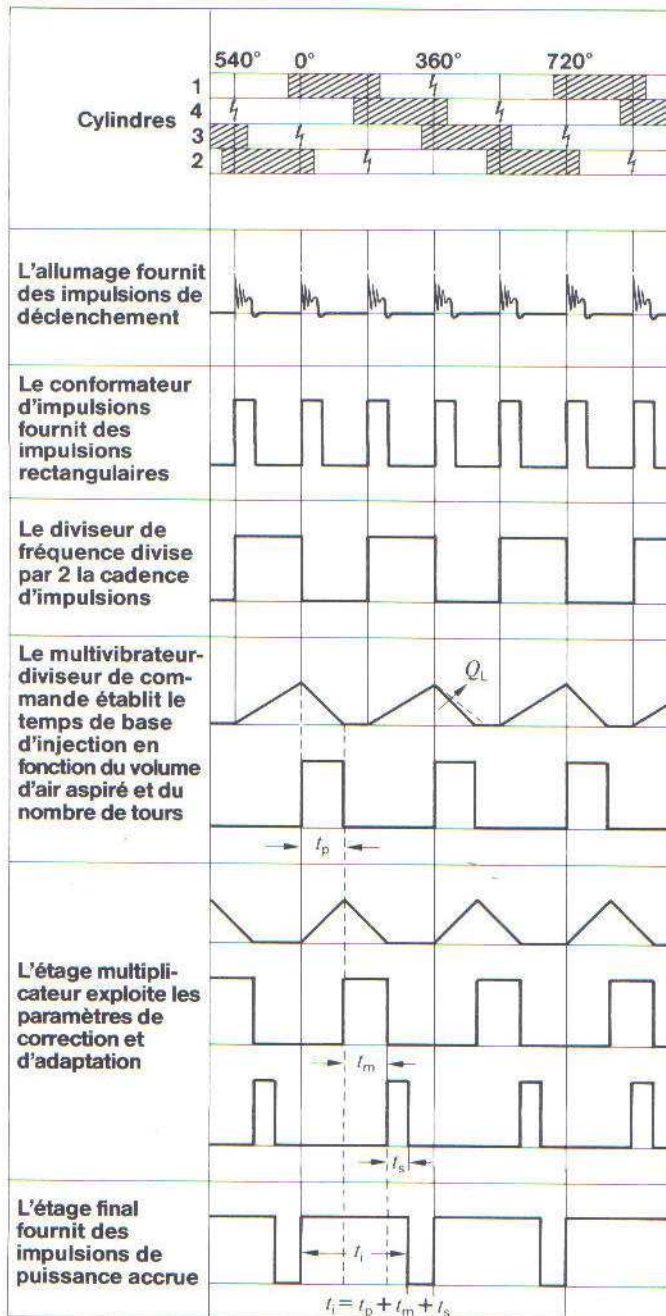


Figure 19 Production des impulsions d'injection dans l'appareil de commande électronique d'un moteur à 4 cylindres

- soupape d'admission ouverte
- point d'allumage
- $2n$ impulsions d'allumage
- n fréquence des impulsions d'injection (vitesse de rotation du moteur)
- Q_L volume d'air aspiré
- t_p temps de base d'injection
- t_m temps de correction (conditions de service)
- t_s temps de correction (tension de bord)
- t_i temps d'injection

Enrichissement de départ à froid

Au moment du départ à froid, souvent, le mélange n'est plus inflammable en raison des pertes dues à la condensation. L'enrichissement du mélange, nécessaire à un départ à froid sûr, est obtenu pendant le démarrage en mettant en circuit un injecteur supplémentaire - l'injecteur de départ à froid - qui injecte dans le collecteur d'admission une quantité de carburant supplémentaire pendant un certain temps dont la durée est limitée. La quantité supplémentaire de carburant ne doit pas être trop importante pour éviter que les bougies d'allumage ne soient noyées. De même, lorsque le moteur est chaud et que les pertes par condensation ne se produisent plus, du carburant supplémentaire ne doit plus être injecté.

La commande de l'injecteur de départ à froid est assurée par un thermocontact temporisé. Au cours du départ à froid du moteur, il agit d'abord comme temporisateur et limite, pendant la première phase de démarrage, la durée d'injection de l'injecteur de départ à froid à 8 ... 12 s environ. Si la phase de démarrage dure trop longtemps ou en cas de tentatives de démarrage répétées, l'injection est interrompue. Pour des températures du moteur supérieures à + 35 °C, le thermocontact temporisé fait fonction de contacteur thermique et empêche la mise en circuit de l'injecteur de départ à froid.

Injecteur de départ à froid

L'injecteur de départ à froid est un injecteur à commande électromagnétique comme les injecteurs ordinaires. Pendant un court laps de temps, lors du démarrage du moteur à froid, il injecte dans le collecteur d'admission une quantité supplémentaire de carburant pour compenser les pertes dues à la condensation et pour rendre le mélange inflammable. L'injecteur de départ à froid est muni d'une buse à effet giratoire pour obtenir une pulvérisation du carburant particulièrement bonne. L'angle d'injection est d'environ 85°. L'injecteur de départ à froid est disposé dans le collecteur d'admission de telle manière que la répartition favorable du carburant est assurée pour tous les cylindres.

Thermocontact temporisé

Le thermocontact temporisé est du type à interrupteur bilame, à chauffage électrique. Il est logé dans un corps fileté creux qui est fixé à un point caractéristique de la température du moteur. Le pilotage est effectué par l'intermédiaire du commutateur d'allumage et de démarrage.

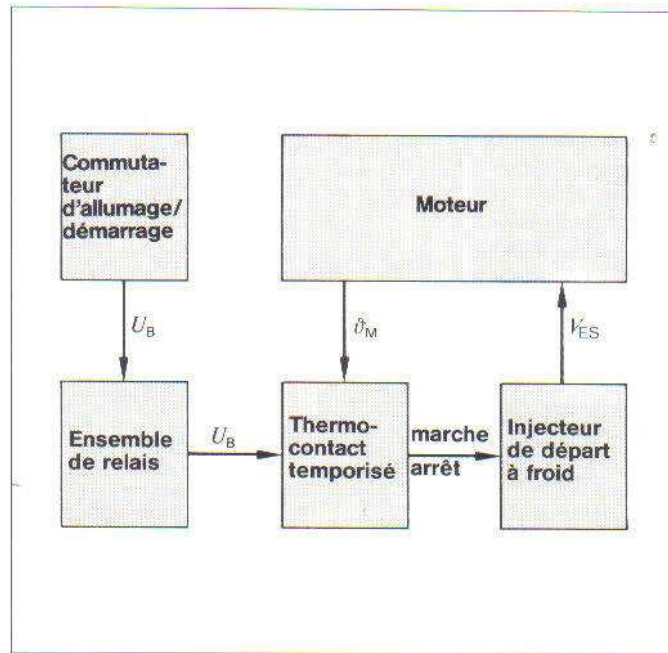


Figure 20
Enrichissement de départ à froid
 U_B tension de batterie
 θ_M température du moteur
 V_{ES} quantité de carburant supplémentaire

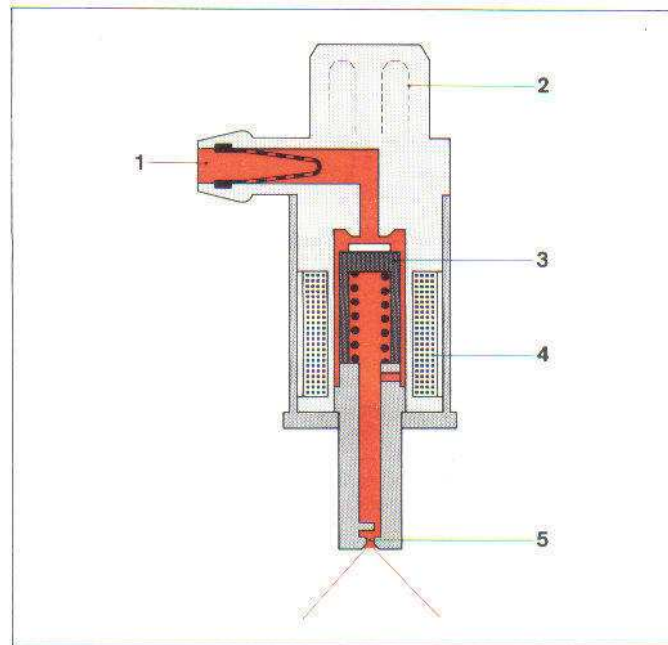


Figure 21
Injecteur de départ à froid (représentation schématique)
1 Arrivée de carburant
2 Connexion électrique
3 Noyau magnétique
4 Enroulement
5 Buse à effet giratoire

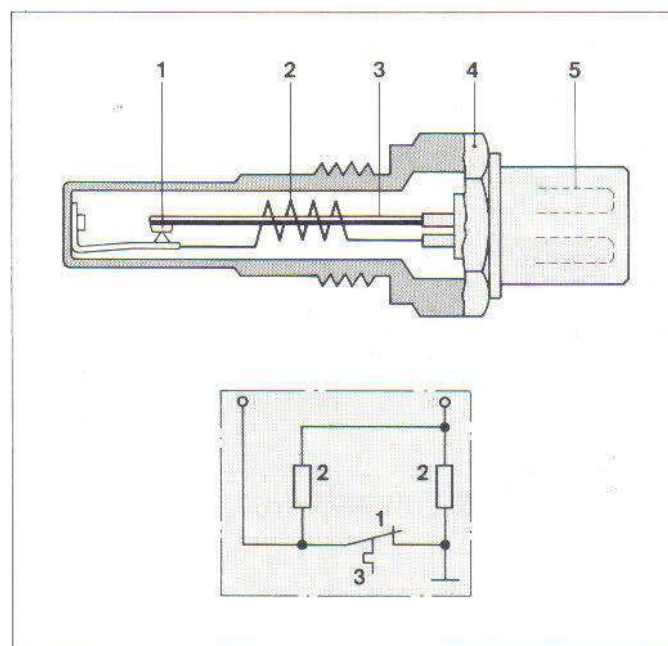


Figure 22
Thermocontact temporisé
1 Contact
2 Spirale de chauffage
3 Bilame
4 Corps fileté
5 Connexion électrique

Enrichissement de réchauffage

Pour compenser les pertes par condensation dans le moteur encore froid, le mélange doit être fortement enrichi aussitôt après le démarrage. Au cours de cette première phase de réchauffage, un enrichissement en fonction du temps doit avoir lieu; c'est le soi-disant enrichissement de post-démarrage. La durée nécessaire est d'environ 30 s; suivant la température, le surplus de carburant oscille entre 30 et 60 %.

Lorsque l'enrichissement de post-démarrage est terminé, le moteur n'a besoin que d'un plus faible enrichissement qui est piloté par la température du moteur. Le diagramme de la figure 24 montre une courbe caractéristique d'enrichissement en fonction du temps à une température de 20 °C.

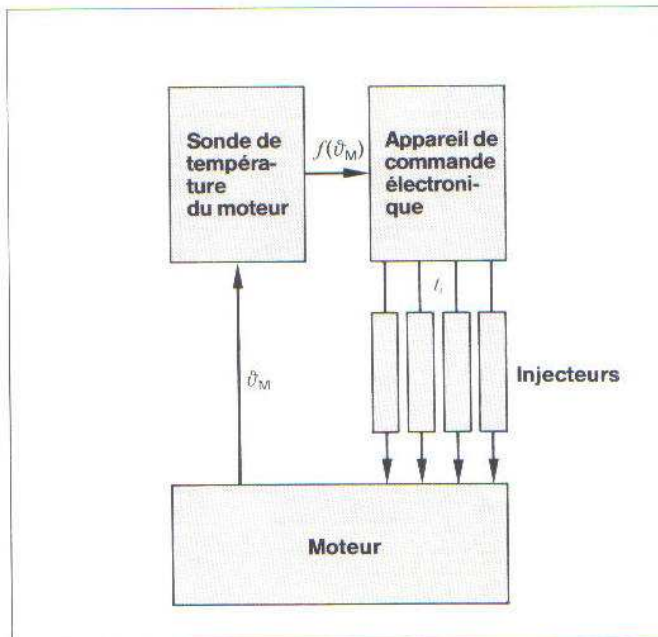


Figure 22
Enrichissement de réchauffage

ϑ_M température du moteur
 t_i impulsions d'injection

Température du moteur

Le signal émis par la sonde de température du moteur sert à moduler l'enrichissement du mélange quand le moteur est froid. Son signal est exploité dans l'appareil de commande électronique; toutefois, la pente de la courbe d'enrichissement, dépendant des caractéristiques du moteur, peut être modifiée à volonté.

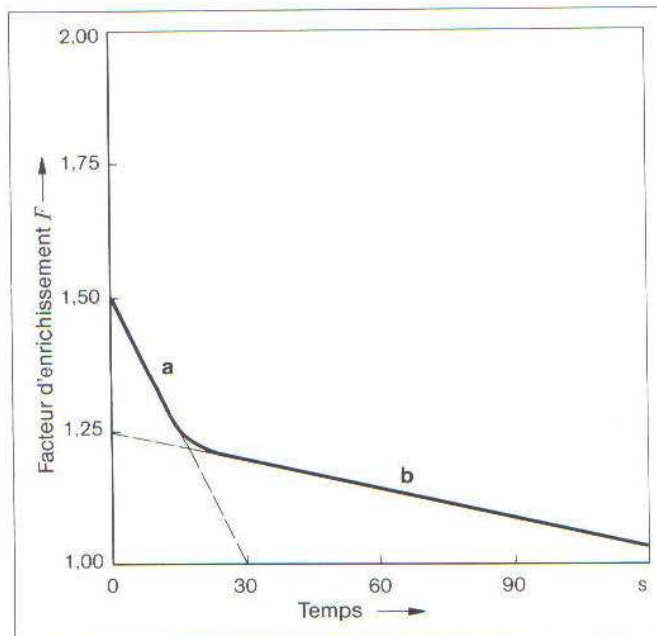


Figure 24
Courbe d'enrichissement de réchauffage

Facteur d'enrichissement comme fonction du temps

- a section dépendant surtout du temps
- b section dépendant surtout de la température

Sonde de température du moteur

La température du moteur est captée par une sonde spéciale, qui est placée à un endroit bien approprié, dans le liquide de refroidissement ou dans la culasse (sur les moteurs à refroidissement par air). La sonde est constituée d'un corps fileté creux à l'intérieur duquel se trouve une résistance CTN à couche unique.

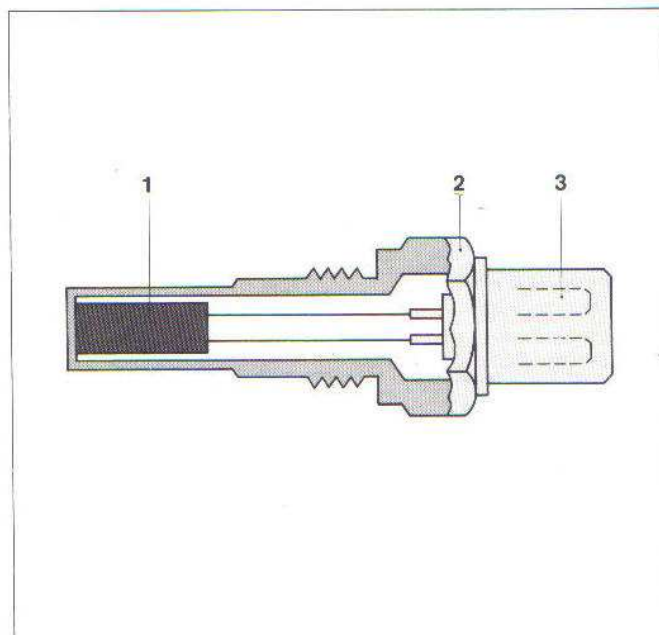


Figure 25
Sonde de température du moteur (représentation schématique)

- 1 Résistance CTN
- 2 Corps fileté
- 3 Connexion électrique

Commande de la vitesse de rotation au ralenti, pendant la phase de réchauffage

Pendant la période de réchauffage, outre l'enrichissement du mélange, une quantité de carburant supplémentaire est nécessaire afin que le moteur puisse tourner à la vitesse de ralenti prévue malgré les frottements plus élevés dans ces conditions de service. La commande de la vitesse de rotation est effectuée par l'intermédiaire de la commande d'air additionnel. En contournant le débitmètre d'air, elle amène au moteur un volume d'air supplémentaire. Ce surplus d'air est mesuré par le débitmètre d'air et pris en considération pour le dosage du carburant.

Commande d'air additionnel

La commande d'air additionnel renferme un bilame à chauffage électrique, qui sert d'organe d'actionnement; ce bilame modifie la section de passage d'un diaphragme au moyen d'un obturateur tournant. La commande d'air additionnel est placée à un point caractéristique de la température du moteur pour éviter l'influence de cette commande lors des démarrages à chaud. Lors du départ à froid, la commande de l'air supplémentaire est pilotée par un chauffage électrique de la commande d'air additionnel, adapté aux caractéristiques du moteur.

Ralenti, pleine charge

Certaines conditions de fonctionnement comme le ralenti et la pleine charge exigent une correction du mélange, dans le sens »riche«, différente du régime sous charge partielle, même quand le moteur est chaud. Les informations sur ces conditions de fonctionnement sont transmises à l'appareil de commande électronique par le contacteur de papillon.

Contacteur de papillon

Le contacteur de papillon est fixé sur la tubulure d'aspiration et il est actionné par l'axe du papillon. Les contacts du contacteur de papillon sont manoeuvrés par des coulisses. Dans chaque position de fin de course, pleine charge et ralenti, un contact ferme le circuit.

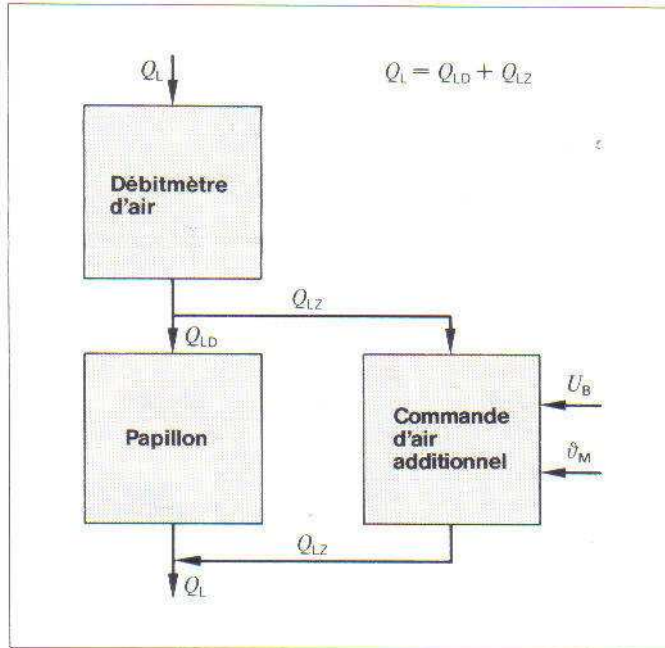


Figure 26
Commande de la vitesse de rotation au ralenti

- Q_L volume d'air aspiré
- Q_{LZ} volume d'air passant par la commande d'air additionnel
- Q_{LD} volume d'air passant par le papillon
- U_B tension électrique de la batterie
- ϑ_M température du moteur

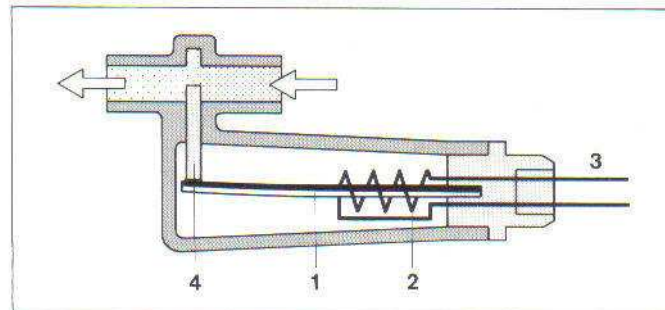


Figure 27
Commande d'air additionnel (représentation schématique)

- 1 Bilame
- 2 Spirale de chauffage
- 3 Connexion électrique
- 4 Diaphragme à trou

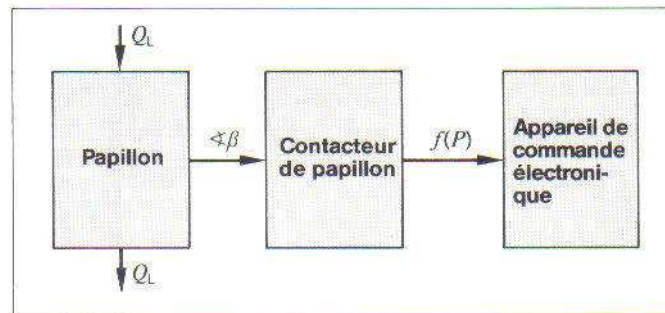


Bild 28
Correction au régime de ralenti et de pleine charge

- Q_L volume d'air aspiré
- $\alpha\beta$ position du papillon indiquant la puissance P développée par le moteur

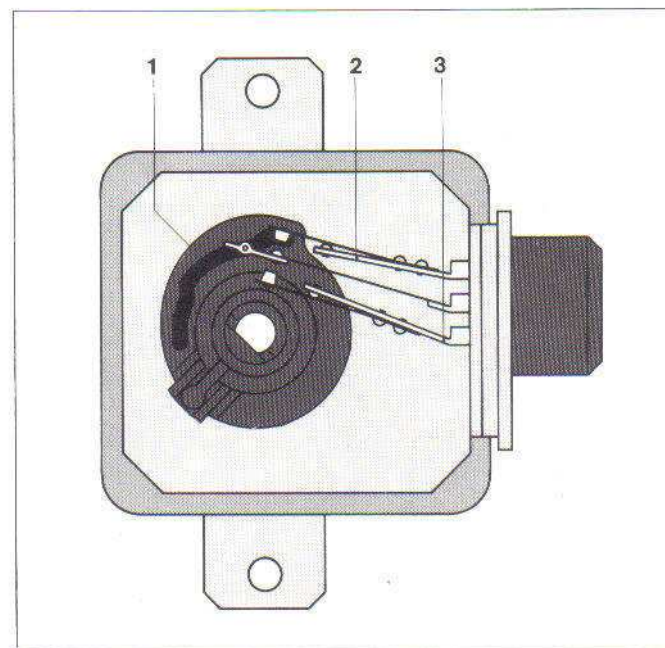


Figure 29
Contacteur de papillon (représentation schématique)

- 1 Coulisse de contact
- 2 Contact de ralenti
- 3 Contact de pleine charge

Régime de frein-moteur

En régime de frein-moteur, lorsque le papillon est fermé, il peut se produire des ratés de combustion à cause du manque d'air, ce qui entraîne une augmentation des émissions de gaz toxiques. En régime de frein-moteur, le limiteur de dépression amène de l'air supplémentaire au moteur, en contournant le papillon, dès que la différence entre la pression devant le papillon et la pression derrière le papillon atteint une certaine valeur. Ainsi, pendant le régime de frein-moteur, la bonne combustion est maintenue et une composition plus favorable des gaz d'échappement est obtenue.

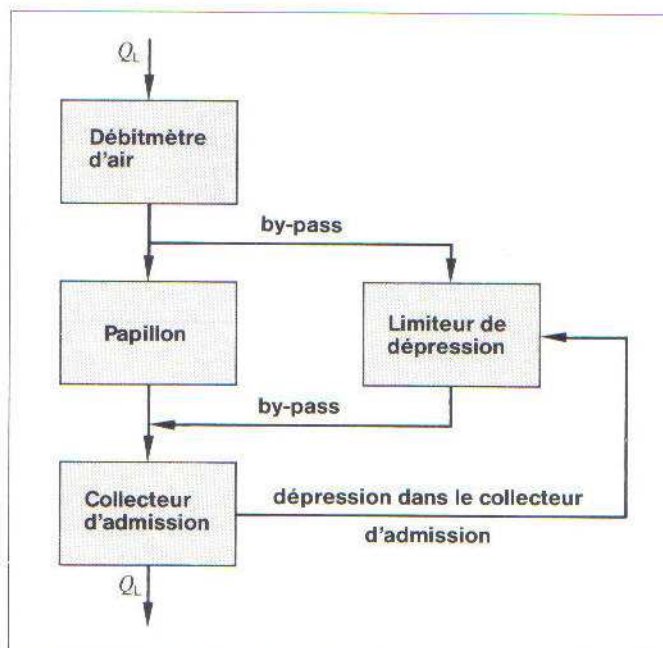


Figure 30
Pilotage de la combustion en régime de frein-moteur

Q_L volume d'air aspiré

Limiteur de dépression

Le limiteur de dépression est en principe une soupape à membrane, pilotée par une pression différentielle. A une certaine valeur de dépression, régnant dans le collecteur d'admission (par exemple, comme cela se produit quand le papillon est fermé brusquement), la membrane se cintre, agit contre la force d'un ressort et ouvre la soupape. Pour empêcher les vibrations, la membrane est amortie pneumatiquement par un étrangleur. Le raccordement est effectué sur la tubulure d'aspiration, devant et derrière le papillon, par l'intermédiaire de flexibles. La tuyauterie de pilotage est raccordée au collecteur d'admission.

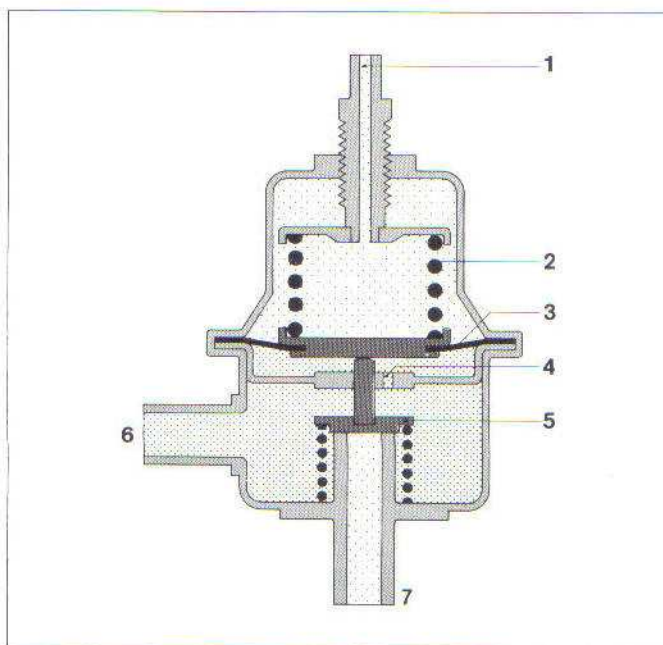


Figure 31
Limiteur de dépression (représentation schématique)

- 1 Tuyauterie de pilotage (venant du collecteur d'admission)
- 2 Ressort
- 3 Membrane
- 4 Orifice d'étranglement
- 5 Soupape
- 6 Raccord avant le papillon
- 7 Raccord après le papillon.

Ensemble de relais

Tout le circuit électrique du L-Jetronic est conçu de telle manière qu'il puisse être branché au circuit de bord du véhicule par un seul connecteur.

L'ensemble de relais est placé à ce point de connexion. L'ensemble de relais est commandé par le commutateur d'allumage/démarrage et transmet la tension de bord à l'appareil de commande électronique et aux autres composants du système L-Jetronic.

L'ensemble de relais a deux connexions séparées: une pour le circuit de bord et l'autre pour le système Jetronic.

Circuit de sécurité

La pompe électrique à carburant est commandée par l'intermédiaire d'un circuit de sécurité pour empêcher que la pompe continue à refouler du carburant lors des accidents. Un contacteur actionné par le flux d'air du débitmètre d'air pilote l'ensemble de relais, lequel, de son côté, interrompt l'alimentation en courant électrique de la pompe à carburant. Si le moteur s'arrête de tourner alors que le contact d'allumage n'est pas coupé, l'alimentation en courant électrique de la pompe est interrompue, car, il n'y a plus de flux d'air. Pendant la phase de démarrage, l'ensemble de relais est piloté par l'intermédiaire de la borne 50 du commutateur d'allumage/démarrage.

Schéma de connexion

L'exemple représenté ici est celui d'un plan de connexion caractéristique d'un véhicule équipé d'un moteur à 4 cylindres. Lors du branchement du faisceau de câbles, il faut veiller à ce que la borne 88z de l'ensemble de relais soit reliée directement et sans fusible à la borne (+) de la batterie pour éviter des perturbations et des chutes de tension, causées par des résistances de contact.

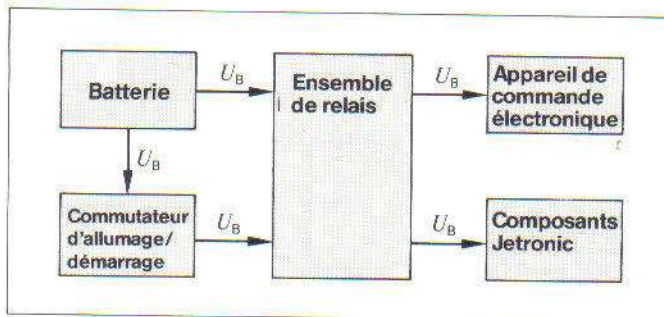


Figure 32
Schéma fonctionnel de l'alimentation en courant électrique

U_B tension de bord

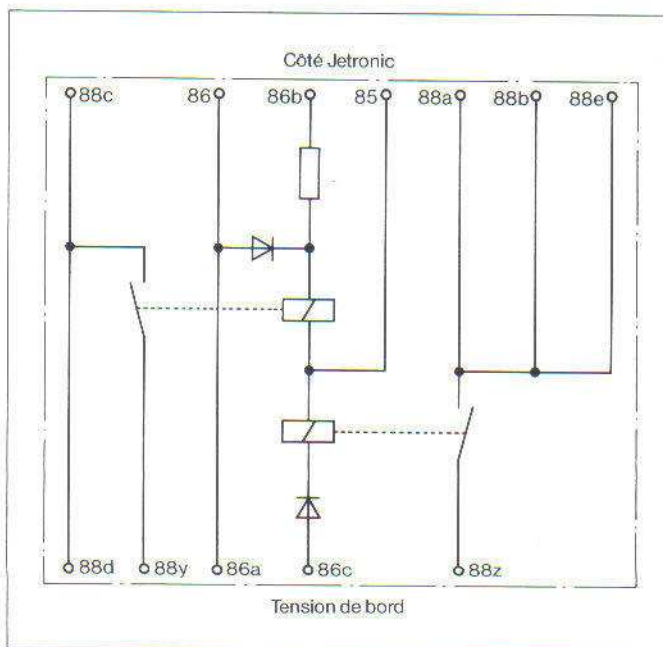


Figure 33
Ensemble de relais (circuit intérieur)

Les bornes 5, 16, 17 de l'appareil de commande électronique, de même que la connexion 49 de la sonde de température, doivent être branchées à un point de masse commun à l'aide de câbles électriques individuels.

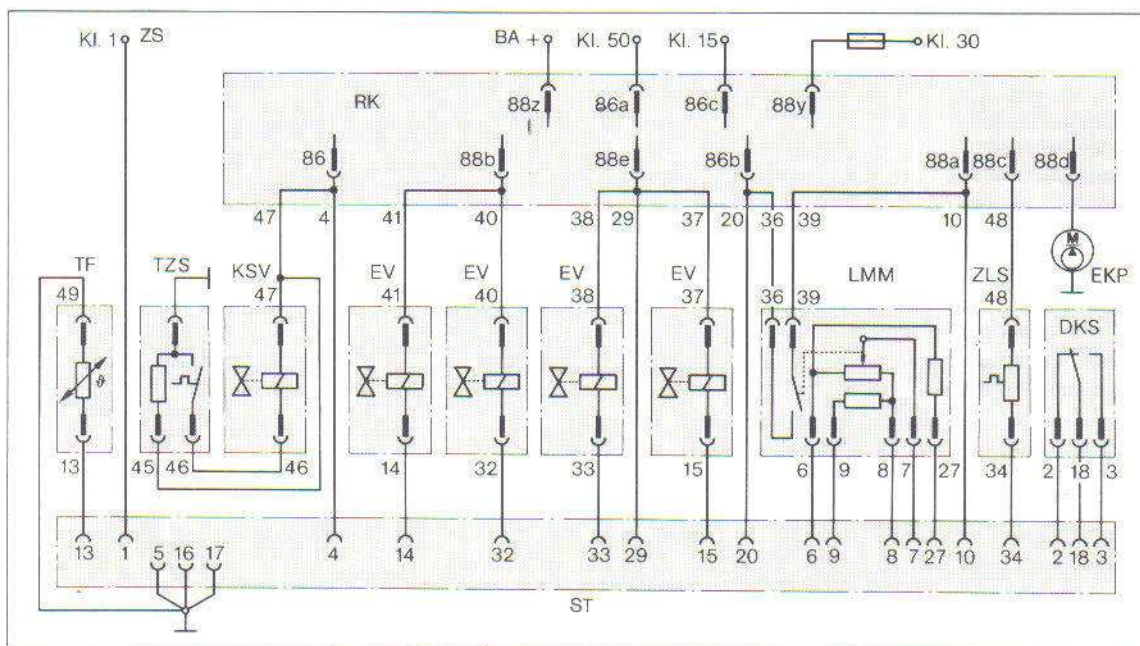


Figure 34
Exemple d'un schéma de connexions

- TF sonde de température du moteur
- TZS thermocontact temporisé
- KSV injecteur de départ à froid
- EV injecteurs
- LMM débitmètre d'air
- ZLS commande d'air additionnel
- DKS contacteur de papillon
- EKP pompe électrique à carburant
- ZS bobine d'allumage
- RK ensemble de relais
- BA batterie
- ST connecteur de l'appareil de commande électronique
- KI borne

Possibilités d'extension du système

Régulation du mélange

Les prescriptions futures et encore plus sévères concernant les gaz d'échappement des moteurs à essence, en particulier quand il faut tenir compte des oxydes d'azote, ne peuvent plus être respectées sans l'utilisation de catalyseurs du côté échappement du moteur. La conception du procédé à régulation monocouches s'est avérée particulièrement favorable étant donné que l'on emploie qu'un seul catalyseur pour la décomposition des trois composants toxiques qui sont: le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les hydrocarbures. A cet effet, le moteur fonctionne avec un mélange air/carburant dont le rapport ($\lambda = 1$) est exactement stœchiométrique.

Cependant, le degré d'exactitude nécessaire ne peut pas être obtenu au moyen du système habituel de dosage du mélange. C'est pourquoi, il a été développé un système de régulation avec sonde placée dans le pot d'échappement. Cette sonde permet de limiter au maximum les différences dans la composition du mélange air/carburant par rapport au mélange stœchiométrique en mesurant la teneur d'oxygène restant dans les gaz d'échappement. Cette régulation se recoupe avec la commande du système L-Jetronic. Une telle régulation se laisse bien réaliser parce que la sonde «Lambda» Bosch donne un signal électrique significatif, dépendant du volume d'oxygène restant dans les gaz d'échappement, pour des compositions du mélange de $\lambda = 1$. Ce signal peut être exploité immédiatement par l'appareil de commande électronique et transformé en un signal de modification de la quantité de carburant.

L'expérience en série de tels systèmes équipés de la régulation « λ » a donné de très bons résultats, qui se répètent en faisant des contrôles de la teneur des substances toxiques, contenues dans les gaz d'échappement, et ce, même au bout d'un grand nombre de kilomètres.

Exploitation des informations

Un autre avantage du système est que toutes les données existantes, concernant le moteur et ses conditions de service, se trouvent réunies dans l'appareil de commande électronique. Il en résulte des possibilités multiples de réaliser des fonctions supplémentaires grâce à ces données. L'association de ces données peut être mise à contribution pour des fonctions qui n'ont rien à voir avec le système d'injection. On aurait par exemple les possibilités suivantes: mesure de la vitesse de rotation, affichage de la vitesse critique maximale, indication de la température du moteur et de la consommation de carburant.

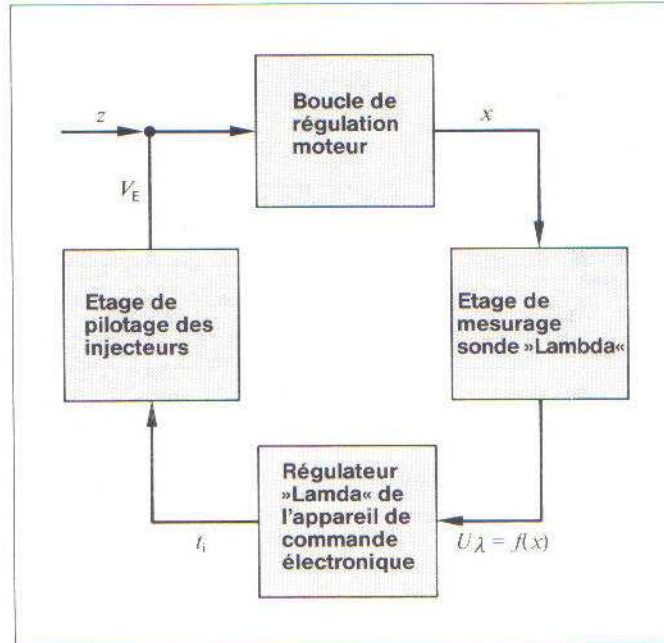


Figure 35
Circuit de régulation
«Lambda»

- z grandeur perturbatrice (p. ex.: conditions de service modifiées)
- x grandeur de régulation (pourcentage d'oxygène dans les gaz d'échappement)
- t_i impulsions de commande des injecteurs (grandeur fonctionnelle)
- U_λ tension électrique de la sonde «Lambda»
- V_E quantité de carburant injectée

Système électronique central

Si on utilise en même temps l'allumage électronique, une boîte de vitesses à commande électronique et un système antiblocage à commande électronique, les transducteurs de signaux peuvent être exploités plusieurs fois et les blocs de commande peuvent être groupés pour constituer un système électronique central.