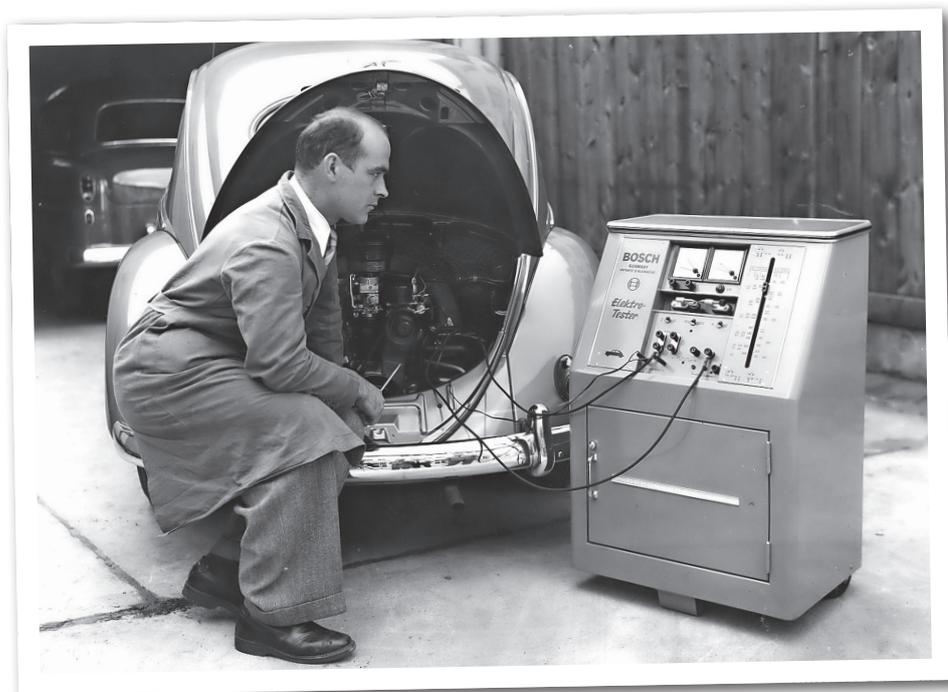


Système et bougies d'allumage – état de la technique

La technologie d'allumage

Les systèmes d'allumage sont des boîtes noires pour de nombreux collaborateurs d'atelier. Ils fonctionnent généralement bien, seules les bougies devant être remplacées régulièrement. Voici pourquoi nous ne nous préoccupons plus du fonctionnement de l'allumage et des technologies qui lui permettent de résister aux défaillances. **Andreas Senger**



Les systèmes d'allumage de véhicules historiques nécessitent beaucoup d'entretien. Il faut contrôler l'instant d'allumage, régler l'angle de fermeture et vérifier la performance de la bobine d'allumage. Ce qui nécessitait beaucoup de savoir-faire par le passé est devenu depuis longtemps plus facile grâce aux technologies modernes. Photo : Robert Bosch GmbH, Archives de l'entreprise

Sur la photo principale, le professionnel de l'atelier devait se creuser la tête. L'allumage de la vieille Coccinelle VW devait être entretenu et réglé. L'interrupteur antiusure qui réglait la durée du flux primaire dans la bobine d'allumage en fonction du temps ou de l'angle de fermeture et qui définissait l'instant d'allumage à l'ouverture devait être remplacé régulièrement. Il suffisait à l'époque de régler statiquement l'interrupteur du temps d'ouverture et donc de la distance des contacts à la position la plus élevée de la came du répartiteur d'allumage avec la jauge d'épaisseur. Le répartiteur d'allumage avec l'instant d'allumage avant le point mort supérieur (OT) était réglé statiquement à l'aide d'une lampe de contrôle.

L'appareil de contrôle illustré permettait de mesurer dynamiquement l'instant d'allumage, de contrôler l'isolation des câbles haute tension, l'étincelle côté secondaire et le condensateur

branché en parallèle sur l'interrupteur. Ces travaux sont devenus caducs au fil du temps. Des appareils de contrôle de plus en plus modernes permettaient aux techniciens de régler et de contrôler plus rapidement le système d'allumage, qu'il s'agisse de mesures dynamiques d'angle de fermeture ou encore de l'introduction d'oscilloscopes analogiques dans les testeurs de moteurs pour mesurer et interpréter simultanément les aiguilles de tension d'allumage de tous les cylindres, ou de vérifier le réglage de la force centrifuge ou de la dépression. Les systèmes d'allumage sont aussi devenus de plus en plus sophistiqués et de plus en plus faciles à poser chez les constructeurs. De nombreuses innovations ont été développées, du répartiteur d'allumage rotatif à la répartition statique haute tension en passant par le déclenchement d'allumage sélectif du cylindre défini par l'unité de commande du moteur. Les défaillances du système d'allumage sont très

rare sur les moteurs modernes. De nombreux dysfonctionnements ou évaluations de capteurs peuvent être consultés directement avec le testeur de diagnostic grâce au diagnostic embarqué OBD.

Dans la formation professionnelle initiale des techniciens, les plans et les programmes de formation actuels n'abordent plus le système d'allumage que sous l'angle de son principe de base. Pourquoi ? Il n'y a plus de pièces mobiles (pas d'usure) et les rares composants permettent de détecter rapidement des erreurs lors de l'entretien et du diagnostic. Les systèmes d'allumage modernes ne sont plus dotés plus que d'un câble haute tension court. Sur les systèmes d'allumage par impulsion simple, l'énergie du champ magnétique de la bobine primaire est convertie en énergie électrique par induction et transformation dans la bobine secondaire directement depuis la bobine d'allumage au-dessus de la bougie. Sur les systèmes d'allumage à double bobine, qui sont de plus en plus rares, les câbles haute tension des bougies reliées par paires sont souvent bien protégées contre les morsures de martres et aussi courts. L'appareil de commande règle également l'instant d'allumage.

Les jeunes professionnels de l'atelier n'ont plus besoin de connaître la notion d'angle de fermeture, car là aussi, l'appareil de commande prend en charge le réglage de celui-ci et la désactivation du courant de repos lorsque le moteur à combustion est éteint. Il s'agit de désactiver le courant primaire pour protéger la bobine d'allumage simple ou double contre la surchauffe. Le système d'allumage est une boîte noire pour de nombreux individus. Des ratés d'allumage ou des défaillances de cylindres peuvent toutefois causer des pannes. Dans la bobine d'allumage, il peut arriver que les spires de cuivre isolées les unes des autres par un vernis provoquent un court-circuit de l'enroulement parce que la chaleur fragilise le

vernis, qui se détache du métal à cause des vibrations. La résistance interne de la bobine primaire ou secondaire diminue et le flux de courant augmente jusqu'à un court-circuit. C'est pourquoi il est aussi possible de vérifier si la résistance à l'enroulement est correcte sur les bobines les plus modernes. L'humidité dans les connecteurs ou un boîtier de bobine d'allumage simple mal monté directement sur la bougie occasionnent également des pannes. Sur les systèmes d'allumage à double bobine, les câbles haute tension sont posés dans le compartiment moteur et peuvent se percer à cause de l'humidité ou de fissures.

Doigté requis lors du remplacement

Les techniciens ne s'occupent en principe que du remplacement des bougies à l'atelier. L'usure des électrodes provoquée par le saut du courant à l'allumage érode le matériau. Le remplacement exige du doigté. Lors du démontage, la bougie peut se casser à cause de l'inclinaison ou de rotations saccadées, surtout si le filetage s'est corrodé au contact d'eau et si la bougie est grippée. Le technicien doit faire preuve de minutie et de doigté. Si la bougie se casse, la tige filetée fixe peut être extraite à l'aide de l'outil approprié. Les fragments et les copeaux doivent être retirés de la chambre de combustion pour ne pas endommager le système de post-traitement des gaz d'échappement. Il faut souvent démonter la culasse, une opération très chronophage. Une fois le filetage desserré, il vaut la peine de nettoyer l'alésage de la bougie à l'aide d'air comprimé pour éliminer les impuretés afin qu'elles ne tombent pas dans la chambre de combustion.

Il faut également travailler soigneusement lors du montage. Une inclinaison due à l'écrou de la bougie peut rompre la partie supérieure de l'isolateur. Les différents matériaux, tels que la pièce isolante en céramique et l'assemblage de métaux, sont délicats et doivent être vissés délicatement. Le serrage de la vis est également essentiel pour le technicien. Si le couple de serrage du filetage de la bougie est trop faible, la bague d'étanchéité de la culasse est insuffisamment comprimée et étanche. S'il est trop élevé, la pièce isolante du filetage peut se détacher ultérieurement et la chambre de combustion peut fuir, y compris lorsque le véhicule circule. Tous les fabricants rappellent que les bougies d'allumage tombées à terre ne doivent plus être posées. Certains d'entre eux stipulent un couple prédéfini et un angle de serrage complémentaire. Le bon fonctionnement du système nécessite de la minutie et de la concentration.

1

- Raccord haute tension (fixe, vissé ou serti)
- Isolateur en céramique à barrière de courant de fuite (anneaux colorés) en oxyde d'aluminium, matériau très fragile, ne pas laisser tomber les bougies et ne plus les poser afin d'éviter le desserrage de la partie filetée pendant le fonctionnement.
- Joint spécial cuivre-verre pour l'étanchéité à l'air, la durabilité et la conductivité thermique (isolateur thermique qui conduit l'électricité).
- Bague d'étanchéité intérieure entre la céramique et le métal
- Boîtier métallique à une forte teneur en nickel pour réduire la corrosion
- Bague de dilatation thermique
- Résistance d'antiparasitage (environ 5 kΩ)
- Patte de retenue pour assembler mécaniquement une pièce en céramique et une pièce métallique
- L'électrode centrale à noyau de cuivre conduit le courant au passage d'électrode et absorbe une grande partie de la chaleur. Elle peut être fabriquée à partir d'autres métaux.
- Électrode centrale, dotée de matériaux de surface spéciaux, variante très mince (diamètre de 0,4 mm max.). Fabriquée à base d'alliages de nickel, de manganèse, de chrome ou d'argent, mais à base de platine sur les pointes des électrodes.
- Électrode de masse de forme spéciale pour optimiser l'étincelle et produire une étincelle aussi large que possible afin d'allumer au mieux le mélange.
- Distance entre les électrodes: plus elle est grande, plus l'étincelle est intense et plus l'énergie d'allumage nécessaire dans la bobine est élevée. Le mélange risque de ne pas s'enflammer si elle est trop faible. Doit être contrôlée avant l'installation.

2

- ca. 2 %
- ca. 20 %
- ca. 30 %
- ca. 30 %
- ca. 18 %

La valeur thermique détermine dans quelle mesure la bougie transmet la chaleur à la culasse tout en permettant un brûlage libre des électrodes avec suffisamment de chaleur. Les pourcentages indiquent la quantité approximative de chaleur que chaque composant délivre.

3

- 1.000 °C ▲ Plage d'allumage à incandescence
- 850 °C Forte usure
- 600 - 700 °C Plage de travail
- 400 °C ▼ Limite de brûlage libre
- Fissure

1 Les bougies sont en principe constituées de deux matériaux principaux dont les propriétés ne sont pas compatibles. L'isolateur en céramique et les pièces métalliques se caractérisent par des coefficients de dilatation thermique différents. L'assemblage et l'étanchéité vis-à-vis de la chambre de combustion sont problématiques. Lors du vissage de la bougie, il importe de n'appliquer que le couple prévu et d'éviter toute inclinaison de l'outil.

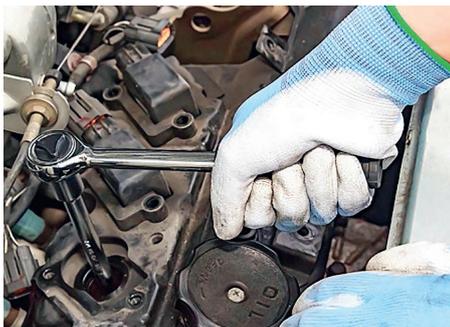
2 Comme la conception des bougies diffère fortement, il faut veiller à utiliser les bonnes pièces de rechange lors du remplacement.

3 L'électrode se couvre de suie s'il fait trop froid et il peut se produire une ignition par incandescence s'il fait trop chaud. La valeur thermique correcte permet d'évacuer la chaleur de manière contrôlée grâce à la conception de la bougie. Photos: Denso (en h.), Beru (à g.).

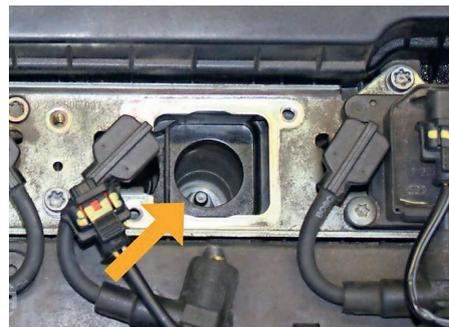
Suite en page 18

Quatre exigences principales

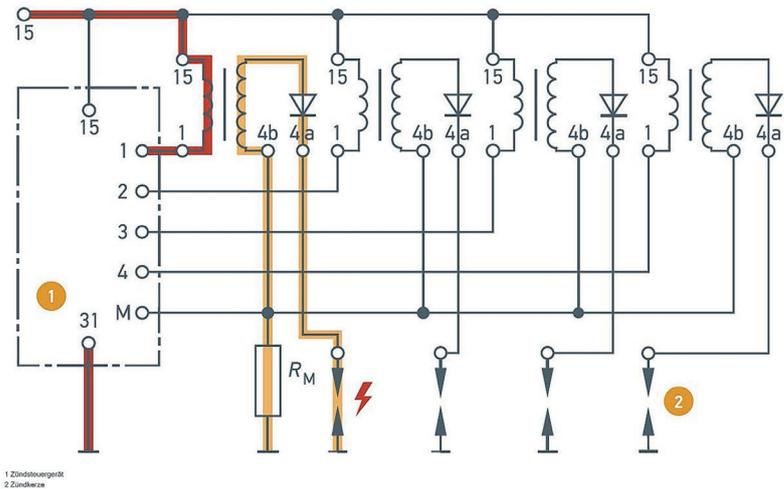
Les bougies doivent répondre à quatre exigences principales : Outre les exigences électriques (transmission haute tension sûre, isolation thermique vers le haut), il convient de maîtriser les contraintes mécaniques (étanchéité aux gaz malgré une dilatation thermique inégale entre la céramique et le métal), thermiques (valeur thermique) et électrochimiques (électroérosion, prévention des dépôts sur l'isolateur). Ces dernières années, les équipementiers ont accompli d'immenses progrès, surtout en ce qui concerne la longévité, et ont considérablement allongé les périodicités de maintenance. Il importe néanmoins d'analyser le « tableau » lors du démontage de la bougie. La couleur du pied de l'isolateur en dit long sur les conditions de fonctionnement du moteur. Si elle est brun-rouge, le moteur est en bonne santé, il ne brûle ni huile ni liquide de refroidissement et la nouvelle bougie peut être posée. Si la bougie est huileuse, blanche (liquide de refroidissement) ou rougeâtre/brune (adjuvants de carburant) ou carbonisée, il faut d'abord identifier la cause avant de poser une pièce neuve. Il vaut également la peine d'examiner la couleur de toutes les bougies remplacées pour s'assurer que chaque cylindre est en bonne santé. Le technicien doit aussi contrôler la pièce en céramique. Si des traces de rouille apparaissent sur la pièce isolante blanche, il doit vérifier la fiche de la bougie ou le raccord haute tension



Il faut faire preuve de doigté et de précision pour desserrer la bougie d'allumage. Si l'outil s'incline ou si le couple est trop élevé, la bougie se casse et une réparation laborieuse s'impose. Photo: Beru



S'il y a de l'humidité dans le conduit de la bougie, la barrière haute tension peut subir une défaillance et provoquer des ratés d'allumage, mais aussi corroder le filetage de la bougie. De l'antirouille s'avère utile. Photos: Hella



Les systèmes d'allumage modernes sont simples : l'appareil de commande (1) règle le courant primaire (rouge) et induit la haute tension (jaune) dans la bobine d'allumage simple pour que l'étincelle saute sur la bougie (2). Photo: Hella Internet

de la bobine d'allumage simple. Lors de l'installation, il convient également de vérifier que la valeur thermique est correcte pour que la bougie puisse brûler librement tout en dégageant suffisamment de chaleur. La plupart des constructeurs disposent de listes d'installation indiquant la bougie d'allumage ayant la meilleure valeur thermique pour chaque moteur. Les moteurs à essence modernes à injection directe nécessitent une meilleure étanchéité de la bougie du fait du downsizing et des pressions plus élevées qui en résultent dans la chambre de combustion. Ils doivent en outre

être plus petits, exigent souvent un positionnement précis de l'électrode de masse, une résistance mécanique et une étanchéité optimisées à cause des pressions plus élevées. Les moteurs modernes se caractérisent par des pics de tension d'allumage élevés, qui conduisent à des exigences supplémentaires pour l'isolation des bougies souvent étroites.

Dans le quotidien de l'atelier, il faut alors contrôler l'espacement entre les électrodes au moins visuellement ou même avec la jauge d'épaisseur. Seule la distance exacte garantit une ignition sûre du mélange essence/air et donc une combustion optimale. Une distance trop faible peut occasionner des ratés de combustion et une distance trop grande peut, dans certaines conditions de fonctionnement, empêcher l'ionisation entre les électrodes et produire des ratés d'allumage. La prudence s'impose également à l'égard de pièces de rechange contrefaites. Il vaut la peine d'acheter des bougies uniquement auprès de fournisseurs de confiance. Conclusion : le système d'allumage de véhicules récents nécessite moins de main-d'œuvre qu'auparavant, mais les bougies doivent être manipulées avec professionnalisme. ●

MIDLAND, MARQUÉ PAR PLUS DE 140 ANS D'EXPÉRIENCE. MIDLAND.CH

