

SYSTÈMES D'ALLUMAGE

par Kevin Cameron

La révolution électronique a changé nos modes de vie et un des meilleurs exemples de cette réalité est le changement dramatique que nous avons connu au niveau performance, propreté et consommation des moteurs au cours des 30 dernières années. Les contacts platinés rudimentaires que nous retrouvons dans les moteurs au début des années 1970 ne sont qu'un vague souvenir. À leur place nous retrouvons maintenant des cerveaux électroniques (connus sous toutes sortes d'acronymes bien sûr) pour gérer tous les paramètres de fonctionnement de nos moteurs. Ce mois-ci, Kevin Cameron nous fait un survol de l'évolution des systèmes d'allumage et nous explique comment le développement de ce système clé a transformé nos moteurs modernes.

Les débuts

Depuis leurs débuts dans les années 1860, les systèmes d'allumage des moteurs à combustion interne ont rapidement évolué sur le plan de la vitesse, passant de l'orifice de formation de la flamme au tube chaud (une sorte de bougie luisante chauffée par un brûleur externe), puis à l'allumage par étincelle électrique sans « limite de vitesse ».

Une tension élevée est exigée afin de combler l'écartement des électrodes, plus élevée que celle offerte par un système de batterie de véhicule standard de 12 V. Dans tous les systèmes d'allumage, une sorte de bobine transformatrice d'impulsions est nécessaire afin d'augmenter cette tension ou une autre et d'atteindre les 15 000 à 30 000 V exigés. De tels transformateurs d'impulsions consistent en deux bobines de fil autour d'un noyau de fer, l'une primaire avec seulement quelques tours de fil lourd et l'autre secondaire avec des centaines ou des milliers de tours de fil léger. Lorsque le courant de 12 V d'une batterie ou une tension plus élevée provenant d'une autre source circule dans la bobine primaire, un champ magnétique est produit et est intensifié par la présence du noyau de fer. Si le courant primaire est soudainement coupé par un dispositif (rupteur mécanique, commutateur à transistor, etc.), ce champ magnétique est interrompu. Son énergie produit alors une tension dans chaque tour de la bobine secondaire (qui est connectée à la bougie d'allumage). Cette tension, multipliée par les nombreux tours de la bobine secondaire, est très élevée et correspond approximativement à la tension primaire multipliée par le rapport entre les nombres de tours des bobines primaire et secondaire. Elle est assez élevée pour ioniser l'écartement des électrodes, c'est-à-dire le combler d'ions permettant le passage du courant sous la forme d'un mouvement d'électrons constituant une étincelle.

Encrassement des bougies d'allumage et remède électronique

Avec autant de tours de fil dans les bobines d'allumage secondaires (le rapport habituel peut atteindre 200, c'est-à-dire qu'il y a 200 fois plus de tours dans la bobine secondaire que dans la bobine primaire), un problème se posait dans certaines applications, surtout pour les moteurs

à deux temps. Lorsque le champ magnétique est interrompu, l'inductance élevée des nombreux tours de la bobine ralentit la montée de la tension secondaire. Si l'isolant de la bougie d'allumage est recouvert d'une couche de carbone, résultant par exemple de deux heures d'utilisation à charge partielle dans un moteur hors-bord, la tension montante de l'étincelle peut s'échapper à travers la couche de carbone si vite qu'elle ne peut pas monter suffisamment haut afin de combler l'écartement. Le résultat est un raté d'allumage.



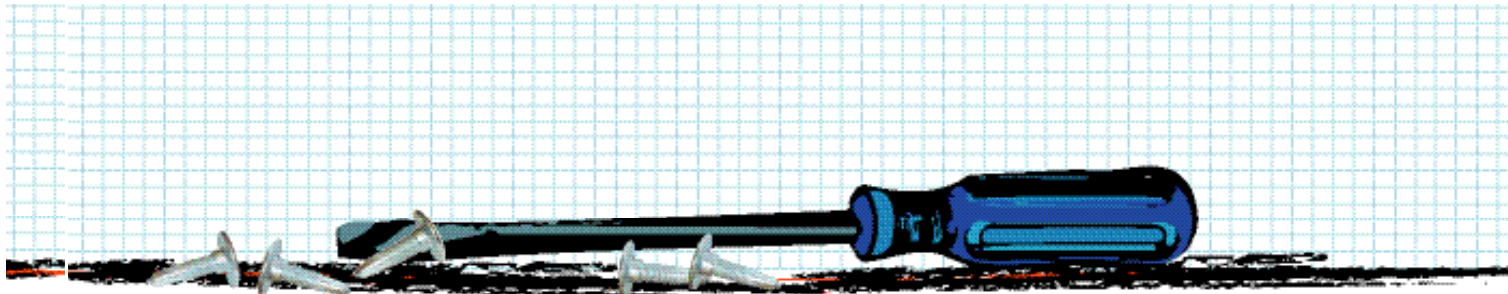
Bougie encrassée (gauche) versus bougie en bon état (droite)



Le remède consistait à accélérer la vitesse de montée de la tension de la bobine, ce qui était difficile avec un système de rupteur habituel. La solution évidente était donc d'augmenter la tension primaire afin de pouvoir réduire le rapport des nombres de tours des bobines, mais les interrupteurs mécaniques (les « pointes ») résistent mal à une tension élevée. Les ingénieurs ont résolu ce problème en utilisant d'abord les pointes afin de contrôler un commutateur à transistor, remplacé plus tard par un déclencheur sans contact pour actionner le transistor. En envoyant 400 V au lieu de 12 V dans la bobine primaire, le rapport des nombres de tours peut être réduit selon un rapport de 12:400 (ou un facteur de 33), soit suffisamment afin de diminuer l'inductance de la bobine et d'accélérer la montée. Lorsque cette puissance est fournie à la bobine primaire par un condensateur, il s'agit d'un système d'allumage à décharge de condensateur. La tension élevée nécessaire à la charge du condensateur peut être produite de deux façons :

(1) dans un système d'allumage à décharge de condensateur à magnéto, les impulsions haute tension sont produites au besoin par un générateur à aimant tournant;

(2) dans un système d'allumage à décharge de condensateur à batterie, la tension de la batterie était



convertie en courant alternatif pulsé, puis augmentée grâce à un transformateur avant d'être redressée en courant continu et chargée dans le ou les condensateur(s). Sur certains systèmes, le bourdonnement de ce convertisseur était perceptible lorsque l'allumage était actionné.

Calage de l'allumage

Il a rapidement été découvert qu'un moteur ne pouvait pas démarrer et fonctionner efficacement avec le même réglage de l'allumage. Retarder l'étincelle au point mort haut empêche un coup de contre-allumage (c'est-à-dire une tentative du moteur de tourner dans le sens inverse) au démarrage, mais le fonctionnement du moteur à une vitesse normale exige un réglage avancé afin de produire une pression de combustion maximale à la bonne position du piston, soit environ 11 degrés après le point mort haut. Pour cette raison, les premières automobiles et motocyclettes étaient dotées de leviers de calage de l'allumage manuel retardant l'étincelle pour le démarrage et l'avancant pour le fonctionnement. Avec l'arrivée du démarrage électrique, le retard du démarrage a été automatisé au moyen de masselottes et de ressorts avançant la came du rupteur une fois le moteur démarré.

Réglage de l'allumage – deux temps et quatre temps

Un moteur à quatre temps fonctionne bien avec un calage de l'allumage essentiellement fixe sur un large éventail de régimes, premièrement parce que lorsqu'il accélère, la vitesse de sa flamme de combustion augmente proportionnellement en raison d'une turbulence de la charge croissante. Deuxièmement, un moteur à quatre temps profite d'un remplissage de ses cylindres presque constant puisqu'il ne dépend pas du pompage du tuyau d'échappement, ce qui ne modifie pas beaucoup la vitesse de la flamme. Ainsi, une courbe d'allumage de moteur à quatre temps peut indiquer 0 degré au démarrage et environ 15 degrés au ralenti, puis bondir entre 30 et 40 degrés au régime de fonctionnement. Des recherches effectuées par Honda en 1964 ont établi que cette exigence de réglage de l'allumage presque constant s'applique jusqu'à au moins 27 000 tr/min.

Par contraste, la respiration du moteur à deux temps varie avec le puissant mouvement de pompage des ondes de pression de son système d'échappement. La vitesse de la flamme varie en fonction du remplissage des cylindres, tout comme la vitesse d'un incendie de forêt augmente lorsque les arbres sont plus rapprochés. Par conséquent, la vitesse de la flamme croît à mesure que le mouvement de l'échappement augmente la charge du cylindre. Idéalement, un moteur à deux temps devrait avoir plus d'avance à l'allumage à bas régime, lorsque l'échappement n'est pas actionné, et progressivement moins d'avance à l'allumage à mesure que le tuyau d'échappement augmente de plus en plus la charge du cylindre.

De nombreuses personnes habituées aux moteurs à quatre temps sont confuses lorsqu'elles voient une courbe d'allumage de moteur à deux temps. Par exemple, le moteur de moto de course TZ500 1980 de Yamaha présentait un réglage de l'allumage de 36 degrés à 6 000 tr/min, mais de seulement 16 degrés à 12 000 tr/min. Bien que cette situation semble « inversée » pour les amateurs de quatre

temps, elle est nécessaire afin que la pression maximale continue d'être exercée au réglage de 11 degrés après le point mort haut exigé pour le couple maximal.

Effets de la taille de l'alésage

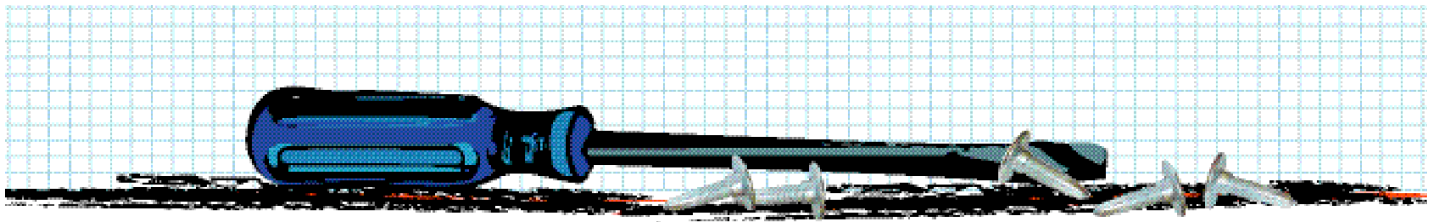
Dans les moteurs de très gros calibre comme les nouveaux deux cylindres de motoneiges de près de 1 000 cc ou les récents deux cylindres de moto BMW, le temps exigé par la combustion avec une seule bougie d'allumage peut dépasser le temps exigé par la détonation. Afin d'éviter une telle détonation, ces moteurs peuvent être dotés d'une ou plusieurs bougie(s) supplémentaire(s) par cylindre (le concepteur de moteurs à quatre temps anglais Al Melling utilise trois bougies par cylindre de quatre soupapes) qui sont allumées simultanément. Malgré de nombreuses affirmations erronées au sujet « d'ondes de choc entrant en collision » résultant d'un allumage multiple, le front de flamme d'une combustion normale ne constitue pas plus une onde de choc que l'avancée d'un feu de brousse et l'union de deux fronts de flamme ne produit aucun résultat exceptionnel. Les ondes de choc se produisent lorsque les derniers restes d'une charge non brûlée, chauffés et comprimés par l'expansion des gaz de combustion, prennent feu spontanément, après l'arrivée de l'étincelle normale. Ces résidus gazeux usés et chimiquement modifiés brûlent à la vitesse du son et produisent une onde de choc pouvant projeter des morceaux de métal du piston ou de la culasse amollis par la chaleur. C'est la détonation.

Il est à noter qu'un trou au centre d'un piston indique un pré-allumage. La position du trou s'explique par le fait qu'il s'agit de la partie du piston la plus éloignée de la paroi froide du cylindre. Elle se réchauffe donc plus rapidement, s'amollit et crée un trou. La détonation endommage les bords du piston, habituellement (dans les moteurs à deux temps) du côté plus chaud de l'échappement. Dans certains cas extrêmes, la détonation érode suffisamment le métal afin d'exposer les segments du piston.

Différences des chambres de combustion

Pourquoi les moteurs à deux temps exigent-ils moins de réglage de l'allumage au couple maximal que les quatre temps? Un moteur à deux temps dispose d'une chambre de combustion à combustion rapide presque idéale puisqu'elle entoure une cavité hémisphérique centrale d'une zone de pression de fin de compression produisant des turbulences, soit l'endroit où le bord externe du piston se rapproche beaucoup de la culasse au point mort haut. L'emplacement





de la bougie d'allumage est idéal : exactement au centre, ce qui minimise les déplacements de la flamme dans toutes les directions. La cavité centrale ouverte permet au mouvement de la charge de se poursuivre au point mort haut.

Comparativement, un moteur à quatre temps réserve la plus grande partie de sa culasse à ses soupapes d'admission et d'échappement, ce qui réduit considérablement la zone de pression de fin de compression produisant les turbulences de la charge qui accélèrent la flamme. La présence des soupapes, avec leurs bords et leur forme, contribue en quelque sorte à atténuer le mouvement de la charge, le ralentissant (et avec lui la combustion) lorsque le piston atteint le point mort haut. Les designs à quatre soupapes modernes permettent de centrer la bougie d'allumage, mais les moteurs à quatre temps moins récents dotés de deux soupapes doivent placer la bougie d'un côté ou utiliser des bougies doubles.



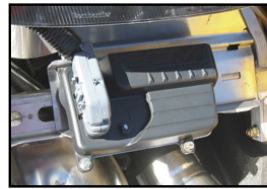
Effets du rapport alésage/course

Dans les moteurs à deux temps, l'alésage et la course sont presque égaux – un compromis entre une course suffisamment courte afin d'obtenir un éventail de régimes raisonnable et une course suffisamment longue pour des lumières d'une taille adéquate (faites le calcul et vous serez surpris : la superficie des lumières d'un deux temps augmente avec la course, à la différence d'un moteur à quatre temps). L'alésage demeure donc raisonnablement petit, ce qui minimise la distance de déplacement de la flamme.

Dans les moteurs à quatre temps, les hauts régimes augmentant la puissance exigent une course courte, et l'importance de la zone réservée aux soupapes exige un grand alésage. Cet alésage accroît la distance de déplacement de la flamme, et produit une chambre de combustion très étroite verticalement lorsqu'il est combiné à un rapport de compression élevé désirable. Étant donné que cette situation laisse peu de place à de vigoureuses turbulences de la charge, la vitesse de la flamme diminue davantage. L'alésage et la course des automobiles de série sont approximativement égaux, principalement pour des raisons d'émissions. Un moteur de Formule 1 peut avoir un alésage représentant 2,25 fois sa course, ce qui exige des réglages de l'allumage avancés inefficaces de 60 à 70 degrés avant le point mort haut (et des carburants exotiques afin d'accélérer la combustion). Les moteurs à quatre temps inspirés des moteurs de motocyclettes qui figurent à présent sur les motoneiges constituent un compromis entre ces extrêmes, avec un alésage représentant environ 1,5 fois leur course. Leurs réglages de l'allumage au couple maximal se situent entre une grosse trentaine et une petite quarantaine de degrés.

Commande de l'allumage

Les premiers systèmes d'allumage offraient un réglage fixe ou permettaient un retard mécanique pour le démarrage seulement. Les moteurs fonctionnaient avec un réglage fixe



Boîte de commande électronique ECM sur un produit Ski-Doo de BRP.

dans leurs éventails de puissance. Il s'agissait d'un compromis pour les moteurs à deux temps, qui présentaient par conséquent une avance insuffisante dans leur fonctionnement avant que l'échappement ne soit actionné et excessive lorsqu'il était actionné. Une mise au point ingénieuse permettait d'obtenir un avantage en avançant le réglage pour un

parcours où l'accélération est plus importante, ou en le retardant pour les trajets à plus basse vitesse. Au milieu des années 1970, les courbes d'avance et de retard électroniques ont commencé à être utilisées, mais étant donné que leur fonctionnement dépendait des différences d'inductance de nombreuses bobines, leurs possibilités de modification du réglage étaient limitées.

Lorsque l'arrivée des lois en matière d'émissions a forcé les constructeurs automobiles à contrôler plus étroitement le mélange de carburant et le réglage, de petits ordinateurs numériques ont été mis au point afin de permettre ce contrôle. Pour la première fois, un réglage de l'allumage approprié quels que soient le régime et la charge pouvait donc être obtenu. Lorsque le moteur est en marche, l'ordinateur vérifie le régime et l'angle de l'accélérateur, puis consulte une table de données intégrée afin de connaître le réglage de l'allumage approprié pour ces conditions. Le vilebrequin est doté d'une roue déclencheuse fournissant un réglage de référence, par exemple 45 degrés avant le point mort haut. L'ordinateur note cette position, puis compte à partir de celle-ci jusqu'au point d'allumage désiré où la bougie est allumée. Le réglage est calculé de nouveau pour chaque allumage.

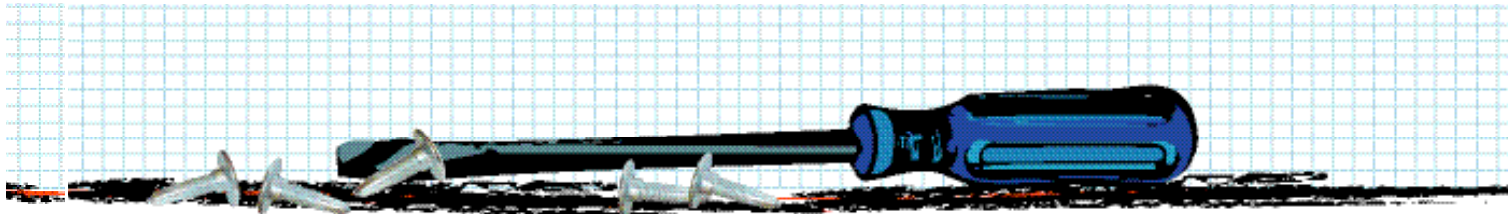
Cartes d'allumage

Les données de réglage intégrées prennent la forme d'une « carte », puisque c'est exactement ce à quoi elles ressemblent lorsque représentées en trois dimensions : la carte d'un terrain montagneux. La longueur et la largeur correspondent aux deux variables que constituent le régime et l'angle de l'accélérateur, tandis que la hauteur représente le réglage correspondant. Ces cartes sont produites en soumettant les moteurs de série au dynamomètre et en déterminant les valeurs appropriées pour un grand nombre voire des centaines de points, l'ordinateur interpolant ensuite entre ceux-ci.

D'autres variables influant sur le réglage peuvent également être ajoutées, par exemple la densité atmosphérique. Des fonctions supplémentaires peuvent être intégrées à volonté, telles qu'un limiteur de régime, un programme de limites de régime augmentant lentement au cours du rodage ou un système de retard de l'étincelle automatique fonctionnant lorsqu'une détonation est détectée par des capteurs adéquats. Pour les allumages de course, de nombreuses cartes peuvent être utilisées.

Qui commande l'ordinateur?

La prochaine étape consistait à rendre les données des cartes accessibles pour un ordinateur externe ou un système de programmation, ce qui devenait nécessaire pour la course ou pour les clients découvrant qu'ils ne pouvaient pas ajuster le réglage de façon appropriée en modifiant leurs moteurs. Au fil du temps, brancher le portable,



consulter la carte d'allumage et apporter les modifications nécessaires tel que désiré est devenu une opération de routine. Par la suite, des systèmes d'allumage et de carburant qui « apprennent » à fournir ce dont un moteur modifié a besoin ont été mis au point. Ainsi, un système de carburant consulte un capteur d'oxygène dans l'échappement et un système d'allumage peut utiliser un capteur de détonation de façon similaire, « expérimentant » au moyen d'approximations successives afin d'obtenir une carte de carburant ou d'allumage appropriée.

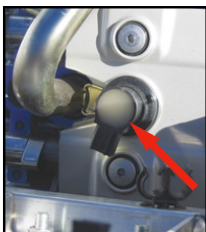
Satisfaire les cylindres

En course automobile NASCAR, on sait depuis longtemps que chaque cylindre reçoit un mélange carburant/air légèrement différent, et par conséquent doit posséder des courbes d'allumages individualisées ou même son propre ensemble de réglages de came unique. Les réussites dans ce domaine ont mené les ingénieurs à envisager tous les moteurs multicylindres comme des groupes de moteurs monocylindres individuels, chacun présentant ses propres exigences uniques. Satisfaire à ces exigences a permis d'accomplir des progrès limités, mais utiles en matière de puissance, d'économie et de réduction des émissions.

Naturellement, plus le nombre de fonctions exigées est grand, plus l'ordinateur doit fonctionner rapidement afin d'effectuer les calculs nécessaires. Les ordinateurs huit bits ont donc cédé la place aux processeurs 16 et 32 bits, une évolution reflétant celle des ordinateurs de bureau. Les ordinateurs de gestion des moteurs typiques sont à présent beaucoup plus rapides et possèdent plus de mémoire que les ordinateurs mis au point pour la navette spatiale.

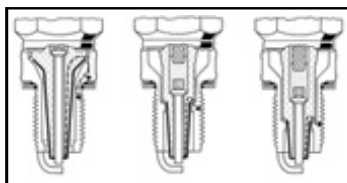
L'allumage à basse tension est de retour

Des cartes d'allumage distinctes pour chaque cylindre exigent que chacun possède sa propre bobine. Ainsi, des bobines d'allumage individuelles sont à présent intégrées dans les capuchons des bougies et appelées « bobines de bougie d'allumage individuelles ». Elles ne font que reproduire (50 ans plus tard!) les systèmes à basse tension utilisés dans les gros moteurs à pistons des avions des années 1950, où les bobines étaient montées très près des bougies, éliminant l'effet de couronne et les autres problèmes de haute tension de l'époque précédente.



Gamme thermique des bougies d'allumage

Les premières bougies d'allumage étaient dotées d'isolants composés d'innombrables disques de mica empilés sur le conducteur central. Ces bougies étaient considérées comme faciles à « lire » à l'époque où les responsables de la mise au point des moteurs déterminaient le mélange de carburant en fonction de l'état des bougies. Le début de la Deuxième Guerre mondiale a nécessité des millions de bougies d'allumage plus durables et les isolants sont faits d'alumine et de porcelaine depuis. Afin de prévenir l'encrassement, la



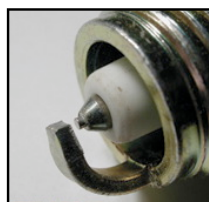
Bougie «chaude» (gauche) avec beaucoup d'isolant exposé. À l'extrême droite, bougie «froide» avec un isolant exposé plus court.

température de l'extrémité de cet isolant doit se situer entre 400 et 750 °C. Au-dessus de la température la plus élevée, les électrodes de la bougie peuvent constituer une source d'allumage avant l'étincelle. Étant donné que les moteurs diffèrent en ce qui concerne leur intensité de combustion et leur régime d'utilisation, les bougies d'allumage offrent différents degrés d'exposition de l'isolant central. Plus l'isolant exposé est long, plus son fonctionnement dégage de chaleur dans des conditions données. Par conséquent, un moteur offrant une combustion modérée ou utilisé suivant un régime d'utilisation modéré exigera une bougie dotée d'un isolant plus long afin de maintenir la température de son extrémité dans l'éventail mentionné plus haut. Si ce moteur est modifié (amélioration de la compression, des lumières, du tuyau d'échappement, etc.), sa combustion deviendra plus intense, ce qui peut augmenter excessivement la température de l'isolant de la bougie. Il faut alors remplacer la bougie à fonctionnement chaud par un modèle à fonctionnement plus froid. Chaque fabricant de bougies produit d'ailleurs un livret disponible sur demande indiquant la bougie et la gamme thermique appropriées pour chaque application.

Types d'écartements des électrodes

De nombreux types d'écartements des électrodes sont également offerts. Le plus courant est doté d'une extrémité d'isolant approximativement alignée avec l'extrémité du culot d'acier, l'électrode de masse étant soudé au culot et plié afin de former l'écartement des électrodes avec le fil central dépassant de l'extrémité de l'isolant. Lorsque l'étincelle doit être produite plus profondément dans la chambre, une bougie à extrémité dépassante peut être utilisée, où l'isolant dépasse de quelques millimètres l'extrémité du culot d'acier. Les bougies de ce type sont reconnues pour offrir une bonne réponse de l'accélérateur. S'il existe un problème de jeu dans la chambre de combustion, l'ancien design d'écartement rétracté peut être utilisé. L'extrémité du fil central est alors alignée avec celle du culot ou inférieure à celle-ci, tandis que le fil latéral passe par un trou percé dans le côté du culot. Pour les applications spéciales, il existe également un type de bougie à écartement de surface où le culot, l'isolant et le fil central forment tous une surface commune, l'écartement étant radial dans toutes les directions.

Étant donné que l'intensité d'un champ électrique est maximale lorsque les bords sont vifs ou que les rayons sont petits, une foule d'électrodes de bougie brevetées ont été conçues afin de permettre à l'étincelle de combler



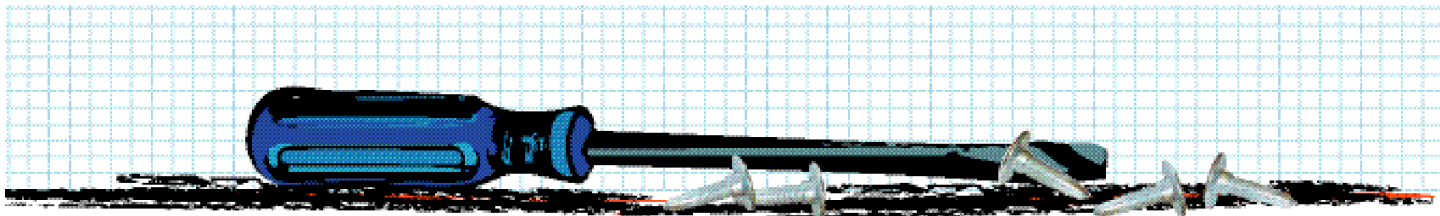
Électrode en platine

l'écartement de façon plus simple et sécuritaire, notamment la bougie à électrode fine. Afin de prévenir une érosion rapide du fil central très chaud, l'extrémité est faite d'un métal à point de fusion élevé tel que le platine ou l'iridium. Ces bougies ne sont pas bon marché, mais elles fonctionnent bien et durent longtemps.

À l'époque de l'essence au plomb, l'érosion de l'écartement était beaucoup plus rapide qu'aujourd'hui, où les bougies d'allumage parcourent facilement 40 000 km ou plus.



Électrode en iridium



Bougies exotiques

Les fils en forme d'étoile, les électrodes de masse percées de façon artistique ou les écartements multiples suscitent de nombreux commentaires. Les bougies à écartements multiples proviennent du monde des avions, où le remplacement des bougies sur un bombardier B-36 signifiait 336 opérations fastidieuses. En répartissant l'érosion des écartements (le carburant des avions contenait 1,6 g de plomb par litre) sur des écartements multiples, les bougies duraient plus longtemps. Pour les motoneigistes, la réponse de l'accélérateur précise qu'offrent les bougies à électrode simple et à écartement à fil est plus attrayante qu'une durée de vie de 2 500 heures (ce qui représenterait trois heures de motoneige par jour pendant sept hivers de quatre mois – qui garde une motoneige aussi longtemps?).

Les systèmes à magnéto comblaient des écartements de 0,35 à 0,60 mm, ce dernier ayant longtemps été considéré comme normal pour la plupart des moteurs. Lorsque les lois en matière d'émissions ont forcé les constructeurs automobiles à utiliser des mélanges plus pauvres, des écartements plus grands et une énergie d'étincelle accrue sont devenus nécessaires afin de faire passer les étincelles par un plus grand éventail de charges pour qu'il soit plus probable qu'une partie de la grosse étincelle passe par une région de charge inflammable. Les écartements ont donc été augmentés à 1,5 mm.

Bien qu'un filetage de bougie de 14 x 1,25 mm demeure courant, le manque d'espace dans les petites chambres de combustion à quatre soupapes a entraîné la production de bougies de 12 et 10 mm. La moto de course six cylindres de 250 cc RC-166 1966 de Honda possédait même des bougies de 8 mm! La longueur du filetage des bougies varie et l'extrémité du culot de la bougie doit être alignée avec la surface interne de la chambre de combustion.

Lance-flammes?

À une époque, on pensait que les moteurs à mélange pauvre à venir exigeraient des dispositifs d'allumage à très haute énergie. Toutes sortes de propositions ont été avancées afin de produire de véritables boules de feu. L'une d'entre elles a même été commercialisée, jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que ses allumeurs ne pouvaient parcourir que 800 km. La solution a rapidement été découverte : stratifier la charge et placer une bougie d'allumage traditionnelle dans une zone assez riche pour être allumée traditionnellement.

Qu'en est-il des systèmes d'allumage de performance censés accroître la puissance? Comme l'affirmait le regretté Bobby Strahlman, ingénieur des bougies d'allumage Champion, « si un nouveau système d'allumage vous donne plus de puissance, c'est que votre système précédent était défectueux ». Accroître l'énergie de l'étincelle au-delà du nécessaire afin d'obtenir un allumage fiable constitue une perte de temps. En effet, l'énergie de la combustion est déterminée par la chimie. Il n'existe donc aucun moyen de « mieux allumer la charge » et d'obtenir une puissance supérieure à celle que la chimie a déjà placée dans la charge carburant/air.

Étincelles de longue et de courte durée

Les systèmes à magnéto réussissent parfois là où les systèmes d'allumage à décharge de condensateur « lance-flammes » ultramodernes échouent. Pourquoi? Une étincelle de magnéto dure longtemps et est donc efficace lorsqu'il s'agit d'allumer certains mélanges contenant des gouttelettes de carburant et/ou des zones riches/pauvres. C'est pourquoi les premiers systèmes d'allumage à décharge de condensateur pour moteurs à deux temps (vers 1969) fonctionnaient mal. Une étincelle de longue durée permet à une grande quantité de mélange de passer par l'écartement des électrodes, entraînant peut-être un peu de mélange idéal favorisant l'allumage. Les systèmes d'étincelle électroniques simples peuvent produire des étincelles de très courte durée. Lorsqu'une telle étincelle apparaît au moment où une grande quantité de carburant ou une zone pauvre se trouve dans l'écartement, il se produit un raté d'allumage. Les concepteurs de systèmes électroniques connaissent ce problème et peuvent prolonger la durée de l'étincelle afin de le résoudre.

Étincelles multiples

Un autre moyen d'obtenir le même résultat est d'allumer chaque bougie plusieurs fois dans un système à étincelles multiples, où le circuit secondaire peut être conçu pour osciller, produisant plusieurs étincelles. Ces systèmes sont populaires dans les moteurs de taxis, qui doivent passer de longues périodes à tourner au ralenti et fonctionnent jusqu'à ce qu'ils soient usés, ce qui permet à une quantité d'huile considérable d'atteindre leurs chambres de combustion.

Les systèmes à étincelles multiples sont également utiles pour le mode de charge stratifiée dans des moteurs tels que ceux de la gamme E-Tec d'Evinrude, où les étincelles supplémentaires augmentent la probabilité que l'une d'entre elles trouve un peu de mélange carburant/air idéal dans la confusion des zones riches et pauvres et l'allumera.

Une évolution sans fin

Dans l'avenir, on peut s'attendre à ce que les systèmes de commande des moteurs deviennent autodidactes, capables de produire et de mettre à jour leurs propres cartes de carburant et d'allumage, de compenser l'usure normale du moteur et de s'adapter aux modifications apportées par l'utilisateur. Il y a trois ans, un ingénieur de Ducati interrogé au sujet de tels systèmes a répondu qu'ils étaient envisageables pour la course automobile et qu'ils seraient un jour pour une application telle que la moto cycliste une fois leur taille réduite.

Afin d'obtenir une performance améliorée qui soit conforme aux normes toujours plus strictes en matière d'émissions et de bruit, les moteurs sont dotés de véritables « systèmes nerveux » de capteurs et d'actionneurs, commandés par des ordinateurs de plus en plus rapides. Il est impossible de prédire jusqu'où mènera cette évolution ou ce qu'elle permettra d'accomplir.

Le mois prochain :

Autrefois très rare et exotique, nous retrouvons la fibre de carbone dans de plus en plus d'applications depuis les vélos jusqu'aux pièces de motoneiges ultra légères. Soyez des nôtres lorsque nous ferons le point sur ce matériau « high tech » en examinant son développement, évolution, sa provenance, ses propriétés, sa fabrication et ses utilisations.