



Dépannage des systèmes d'allumage des moteurs grâce à l'électronique

ON pourrait très bien considérer le système d'allumage comme le cœur des moteurs à essence modernes. C'est lui qui fournit l'étincelle allumant les gaz qui forcent les pistons à faire tourner le vilebrequin, lequel, en définitive, fait tourner les roues. Et il y a bien des chances qu'en cas de panne ou de mauvais fonctionnement de votre automobile, votre bateau ou votre avion, il faille en rechercher l'origine dans une défectuosité de l'un quelconque des organes d'allumage.

La localisation des défauts d'allumage avec des appareils de mesure classiques occasionne souvent une perte de temps ; c'est un procédé rudimentaire comportant la vérification, élément par élément de toutes les pièces du système. On peut grandement simplifier ce procédé grâce à l'analyseur électronique d'allumage — plus connu sous le nom d'oscilloscope.

L'oscilloscope est avant tout un appareil qui transforme une tension électrique variant rapidement en une « trace » visible, apparaissant sur un écran semblable à un écran de télévision. Il est tout à fait adapté à la recherche des pannes très localisées d'un système d'allumage dont le fonctionnement dépend de tensions et de courants variant rapidement. Puisque l'oscilloscope dessine complètement la suite des phénomènes survenant lors d'un cycle entier d'allumage, il indique d'un seul coup d'œil beaucoup de défauts qui ne seraient localisés autrement qu'à la suite de recherches successives monotones.

On a utilisé l'oscilloscope pendant un certain temps comme appareil de laboratoire pour l'étude des moteurs. Dans les dernières trois ou quatre années, on a trouvé sur le marché quelques appareils professionnels. Cependant, à cause de leur prix relativement élevé, leur usage n'a pu se répandre de façon générale. Actuellement, on peut en trouver les pièces détachées, à un prix abordable pour tout mécanicien ou amateur.

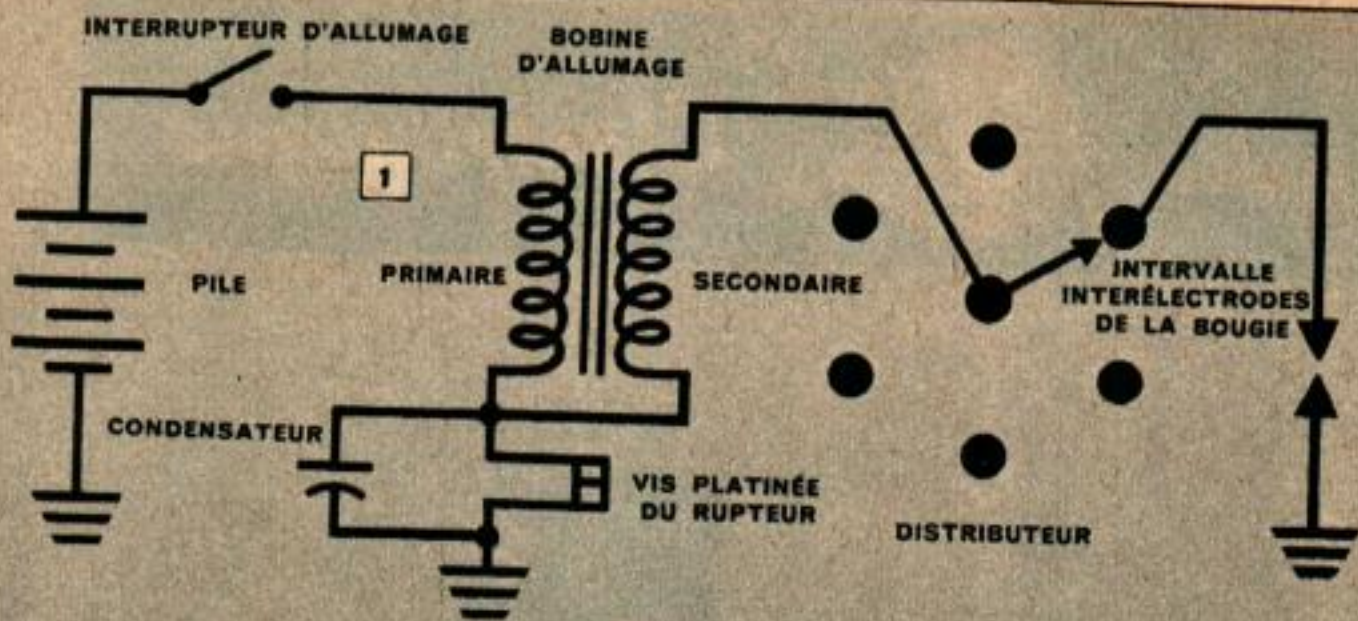
Le montage d'un ensemble analyseur d'allumage ne demande pas de compétence en électronique. Les indications fournies avec chaque appareil sont assez judicieuses pour que toute personne capable de tenir un fer à souder et de suivre des directives simples puisse exécuter ce travail en l'espace de deux soirées disponibles. Mais pour utiliser l'appareil avec le maximum d'efficacité, le technicien devra être familiarisé avec le fonctionnement électrique d'un système d'allumage afin de pouvoir interpréter correctement la figure apparaissant sur l'écran.

Théorie électrique fondamentale

La figure 2 montre un circuit électrique élémentaire comportant une pile, une bobine et un interrupteur. Sous le schéma, on a tracé le graphique des tensions qui apparaîtraient aux bornes de l'interrupteur à tout instant du cycle envisagé.

Lorsque l'interrupteur est brutalement fermé, au temps A du graphique, le courant circule à travers la bobine.

Ce même courant passe par l'interrupteur,



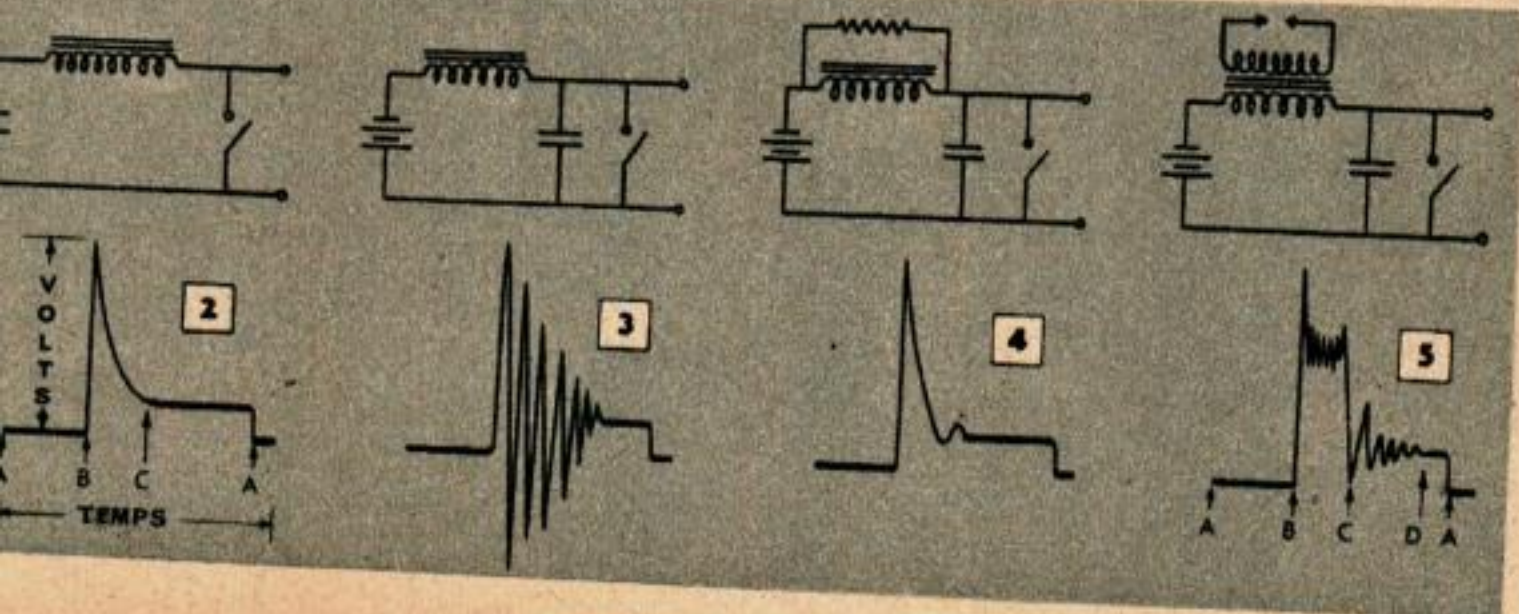
mais comme ce dernier, fermé, se comporte comme un court-circuit, la tension aux bornes des contacts sera nulle. Cependant, il n'en sera pas de même dans la bobine. Dès que le courant commencera à passer, un champ magnétique se développe dans la bobine. Ce champ magnétique se crée au centre de la bobine et s'étale à l'extérieur dans toutes les directions. Ce faisant, il induit une contre-tension dans la bobine qui tend à s'opposer au passage du courant de la pile. La pile, bien entendu, surpasse cette tension d'opposition rapidement et, en une fraction de seconde, la quantité de courant maximum, limitée par la seule résistance des fils conducteurs, passera dans le circuit. En même temps, un champ magnétique élevé enveloppera la bobine.

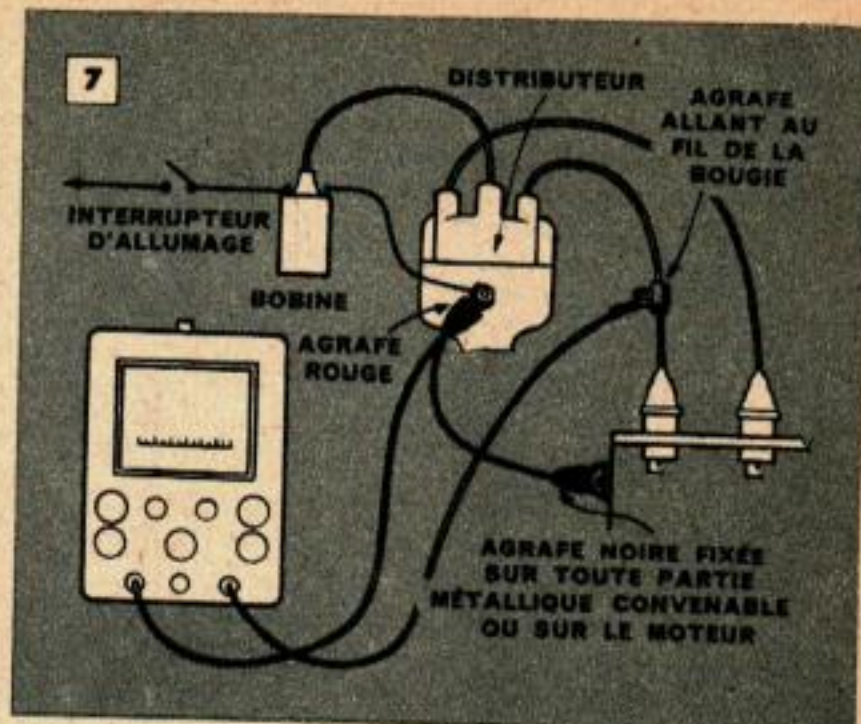
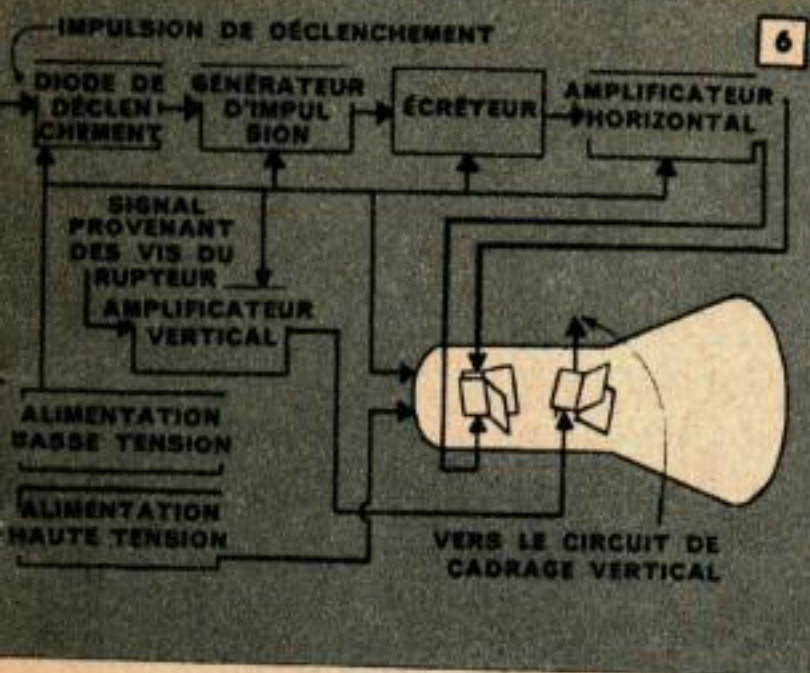
Au temps B du graphique, l'interrupteur est ouvert et le courant, dans le circuit, est coupé. Quand ceci se produit, le champ magnétique développé dans la bobine disparaît brusquement et induit dans la bobine une tension qui tend à prolonger le courant de la batterie à travers l'interrupteur maintenant ouvert. A cause de cette disparition presque instantanée, la tension induite est très élevée (pouvant atteindre plusieurs centaines de volts) et cette tension se développe aux

bornes des contacts de l'interrupteur. S'il était possible d'ouvrir l'interrupteur instantanément, cette haute tension induite ne pourrait quand même pas créer un courant continu à travers le circuit ouvert. Ce dernier s'annulerait progressivement jusqu'à ce que, au point C, on ne trouve que la tension de la pile aux bornes des contacts de l'interrupteur ouvert.

En pratique, le processus de l'ouverture des contacts est plutôt progressif qu'instantané. La haute tension induite réussit donc à prolonger le passage du courant à travers la coupure allant en s'élargissant lentement. Ceci se manifeste sous la forme d'un arc électrique, qui détériore rapidement les contacts de l'interrupteur. Pour éviter cet arc, on dispose un condensateur aux bornes de l'interrupteur, comme le montre la figure 3.

L'adjonction de ce condensateur a un effet prononcé sur la tension aux bornes des contacts de l'interrupteur. Pendant l'instant A-B, la tension est encore nulle et, quand l'interrupteur est ouvert, la disparition du champ magnétique induit encore une haute tension dans la bobine. Mais alors, plutôt que de passer par un circuit ouvert, le courant produit par la tension induite file





dans le condensateur. Le résultat en est la charge immédiate du condensateur à la pleine valeur de la tension induite.

Bien entendu, le condensateur ne peut rester à l'état chargé et aussitôt que le champ magnétique a entièrement disparu, le condensateur chargé se déchargera en faisant passer un courant dans la bobine dans la direction opposée. Ce courant engendre un nouveau champ magnétique dans la bobine. Une fois le condensateur déchargé, ce nouveau champ disparaît et un courant continu passe. Le condensateur, alors, se charge dans la direction opposée.

Ceci est un processus continu et répétitif. L'énergie développée dans la bobine par le champ magnétique initial oscille entre la bobine et le condensateur jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissipée dans la résistance du circuit, en fin de course. Par suite, la tension aux bornes du condensateur et de l'interrupteur se développe d'abord dans un sens puis dans l'autre, comme le montre le graphique de la figure 3.

La figure 4 montre ce qu'il arrive quand une résistance est mise en parallèle sur la bobine. Dans ces conditions, une grande partie de courant produit par la disparition du champ magnétique passe dans la résistance, et il en reste très peu pour charger le condensateur. Il en résulte que le nombre et l'amplitude des oscillations est petit et que le graphique des tensions est très proche de celui de la figure 2.

Sur la figure 5, un enroulement secondaire avec un petit éclateur à air a été ajouté à la bobine de la figure 3. La bobine se comporte par conséquent comme un transformateur et, comme dans tout transformateur, toute tension induite dans le primaire par un champ magnétique alternativement croissant et décroissant, apparaît aussi au secondaire. Mais comme l'enroulement secondaire comporte un beaucoup plus grand nombre de tours, la tension au secondaire

est proportionnellement plus élevée. A moins que le secondaire ne soit le siège d'un courant, la tension au secondaire n'affecte pas le circuit primaire.

Le graphique de tension de la figure 5 indique que pendant l'instant A-B, la tension aux bornes de l'interrupteur est nulle, comme dans les exemples précédents. Lorsque, à l'instant B, l'interrupteur est ouvert, le champ magnétique disparaissant charge le condensateur à une tension de crête élevée, et en même temps, induit une tension de plusieurs milliers de volts dans l'enroulement secondaire du transformateur. Lorsque ceci se produit, l'air de l'éclateur est ionisé et une étincelle éclate entre les extrémités de l'éclateur. Nous avons alors un passage de courant dans le secondaire, ce qui modifie complètement les phénomènes au primaire.

Au moment où l'étincelle jaillit, un champ magnétique s'établit au secondaire d'où le développement d'une tension au primaire, en retour. La polarité de cette tension est telle qu'elle a tendance à maintenir le passage du courant dans le condensateur à un moment où le condensateur a tendance lui-même à se décharger. Le résultat de ces deux tendances opposées annule toute action dans le circuit primaire pendant la durée de l'étincelle. La tension aux bornes de la capacité reste fixée à la valeur atteinte au début de l'étincelle sauf pour quelques oscillations de faible amplitude renvoyées par le secondaire.

Au point C, une grande partie de l'énergie du circuit a été dépensée dans l'étincelle qui ne peut plus se soutenir d'elle-même plus longtemps. Quand l'étincelle est éteinte, le courant secondaire cesse et le condensateur reprendra sa décharge. Le restant de l'énergie est alors dissipé dans les oscillations du primaire, pendant le temps CD, comme si l'enroulement secondaire n'existait pas.

En comparant le circuit de la figure 5

avec le schéma simplifié d'un système typique d'allumage, on voit évidemment que les deux circuits sont équivalents. Dans ce dernier, l'interrupteur a été remplacé par un rupteur, et l'enroulement secondaire du transformateur est connecté aux électrodes d'une bougie par l'intermédiaire d'un distributeur qui dirige l'étincelle sur chaque bougie suivant une séquence bien déterminée. On peut donc supposer que la tension aux bornes du condensateur dans un système d'allumage est identique à celle qui vient d'être décrite. Cette hypothèse est confirmée par les vérifications faites à l'oscilloscope.

Fonctionnement de l'oscilloscope et emploi

Les figures 6 et 7 montrent un bloc-diagramme simplifié de l'analyseur d'allumage Heath et la façon de connecter cet appareil au moteur. Un des fils de mesure de l'analyseur est fixé au fil de la bougie. Chaque fois qu'une étincelle éclate à la bougie, une impulsion de déclenchement est appliquée à travers une diode de déclenchement à un générateur d'impulsion. A chaque impulsion, le générateur crée une impulsion de tension rectangulaire est ensuite « mise en forme » par un écréteur, amplifiée et envoyée sur les plaques de déflexion horizontales d'un tube à rayons cathodiques. Il en résulte une ligne horizontale brillante sur la face avant du tube. En même temps un autre jeu de sondes est connecté aux bornes du rup-

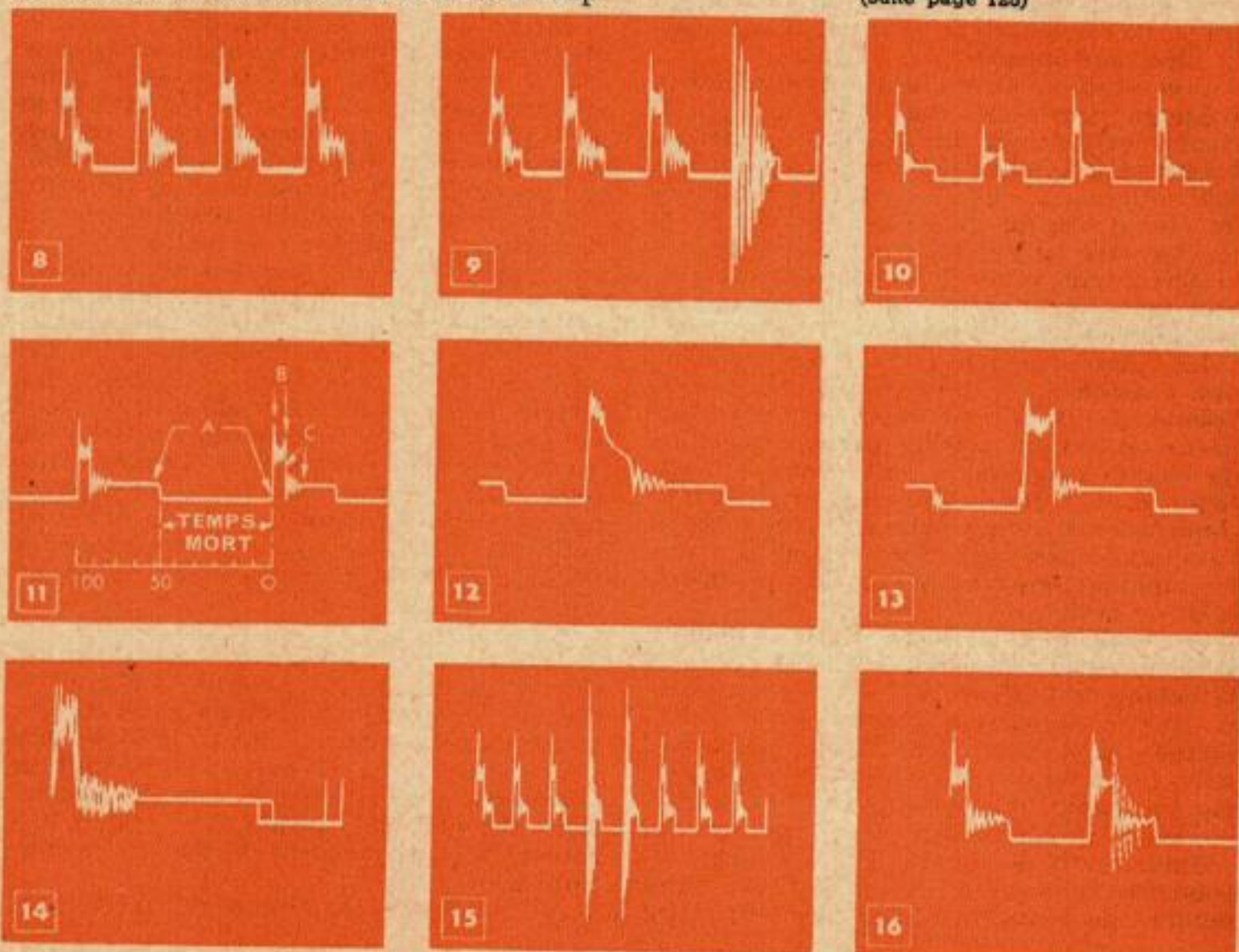
teur et la tension qui y apparaît est envoyée sur les plaques de déflexion verticales en passant par un amplificateur vertical. L'action combinée des tensions de déflexion horizontales et verticales engendre une image sur l'écran, réplique exacte des tensions développées aux bornes du rupteur à tout instant du cycle entier d'allumage.

La figure 8 représente l'oscillogramme complet d'un moteur quatre temps tournant lentement. Chaque impulsion représente l'allumage d'un cylindre selon l'ordre d'allumage classique des moteurs, en commençant par celui correspondant à la bougie qui sert à la synchronisation. Tout défaut important du système d'allumage devient immédiatement visible en observant un cycle d'allumage entier. La figure 9, par exemple, montre que la bougie n° 4 ne donne pas. On notera la similitude de ce dessin et de celui de la figure 3.

Une bougie court-circuitée sur la figure 10, la numéro 2, se manifeste par une impulsion courte, large, en comparaison des autres. Cette impulsion est le résultat d'une étincelle jaillissant dans l'espace relativement étroit entre le rotor du distributeur et le contact de la tête du distributeur.

Une caractéristique essentielle de l'analyseur est sa faculté de pouvoir étaler l'image de telle sorte que les diverses impulsions puissent être vues individuellement. Ceci permet un examen plus attentif et met en évidence des défauts qui pourraient

(Suite page 125)



Dépannage des systèmes d'allumage des moteurs grâce à l'électronique

(Suite de la page 62)

n'être pas visibles sur l'image globale. Sur la figure 11, la trace est étalée pour permettre des mesures d'angle de temps mort. Une ligne de référence étalonnée est fournie avec l'analyseur dans ce but. Cette figure montre aussi les parties de la trace dénotant des défauts du circuit. Dans la partie du décrochement encadrée par A, par exemple, les vis platinées sont en contact et la tension sera nulle. Des parties défectueuses ou une tension de ressort incorrecte produiraient des irrégularités sur cette ligne de référence comme le montre la figure 13, qui dénote des rebondissements aux instants de fermeture et d'ouverture. Un écartement incorrect des vis platinées du rupteur peut se détecter grâce aux mesures de temps mort.

La partie B de la trace montre des défauts au secondaire. Une bougie encrassée donnera le dessin de la figure 12, alors que les conditions dues à des bougies court-circuitées ou coupées ont été examinées plus haut. On notera la similitude entre les figures 12 et 4. La partie inclinée de l'impulsion est signe d'une résistance trop élevée, mais puisque les oscillations survenant après l'extinction de l'étincelle semblent normales, cette résistance n'existe qu'au moment où le courant passe dans l'enroulement secondaire. Ceci est généralement dû à une bougie défectueuse ou à un connecteur de bougie défectueux.

La partie C de la trace est associée à la dégradation de l'énergie dans le circuit primaire et montre que ces défauts sont dus à



GRACE A UNE MÉTHODE QUI S'APPREND "TOUTE SEULE"

l'étude la plus complète de la réparation automobile d'aujourd'hui. Un texte clair, plus de 300 figures et schémas simplifiés.

NOTRE MÉTHODE VOUS FERA CONNAÎTRE A FOND

la technique et la pratique de l'automobile de tourisme, poids lourds, tracteurs.

Voici un aperçu sommaire de la MÉTHODE.

- 1^{re} PARTIE :** *Etude des organes tels que les conçoivent les constructeurs. Châssis. Ressorts. Essieu AV. Châssis. Pincement. Essieu AR. Pont. Différentiel. Couple conique. Démultiplication. Roues. Systèmes de freinage. Freins hydrauliques et électriques. Boîtiers et mécanismes de direction. Etc.*
- 2^e PARTIE :** *Résistance à l'avancement. Moteurs. Carburateur. Carburateurs (Solax, Zenith-Stromberg). Réglages. Cycles moteurs. Etc.*
- 3^e PARTIE :** *Moteurs DIESEL. Injecteurs. Equilibrage dynamique. Eléments constitutifs des moteurs. Pistons, bielles, vilebrequins. Alésages, fûts, chemises riches et humides. Culasses. Paliers de ligne d'arbre. Coussinets. Segments. Azet. Distributions. Etc.*
- 4^e PARTIE :** *Rafroidissement. Graissage. Alimentation. Caractéristiques des moteurs. Embayage. Boîte de vitesses. Transmission. ELECTRICITÉ. Dynamos. Accus. Allumage. Bougies. Démarreurs. Eclairage. Etc.*
- 5^e PARTIE :** *REPARATION et ORGANISATION de votre ATELIER. Outillage et accessoires. Réparations sur carrosserie, châssis, ressorts, amortisseurs. Sur l'essieu AV, l'essieu AR. Sur les roues, la direction, pneus et freins. Sur le moteur, l'embayage, la boîte de vitesses et la transmission. Etc.*

FEUILLES DESCRIPTIVES ET SCHÉMAS DE CABLAGE DES VEHICULES ACTUELS. Une METHODE vivante et complète, adaptée au cas de chaque élève par contacts personnels avec l'auteur de la méthode lui-même. L'usage de nos services pendant et après les études.

Renseignements et ouvrages techniques. Organisation des anciens élèves et de placement. METHODE recommandée pour la préparation aux stages de formation des CHEFS D'ATELIER organisés par les constructeurs : Ex. Peugeot, Simca, etc. **ESSAI SANS FRAIS LE PREMIER MOIS D'ETUDE. RESULTAT FINAL GARANTI OU REMBOURSEMENT TOTAL.**

E.T.N. 29, rue de l'Espérance - PARIS-13.

Envoyez-nous aujourd'hui ce coupon, dans 48 h., vous serez renseigné.

BON

Messieurs,
Veuillez m'envoyer, sans frais, ni engagement pour moi, votre documentation n° E 7, concernant le perfectionnement des Débutants ou des Professionnels de la Mécanique-Électricité Auto ou des Électriciens Auto. (S. V. P., rayer les deux mentions inutiles.)
NOM (en lettres capitales).....
ADRESSE

GALLUS PUBLI.

des condensateurs et à une résistance excessive du primaire.

Si le fil destiné à l'impulsion de déclenchement de l'analyseur est branché au fil reliant la bobine au rupteur, le balayage de l'oscilloscope démarre chaque fois qu'une étincelle est produite dans l'axe des intervalles du rupteur. Le dessin correspondant montrera des impulsions toutes superposées et permettra une comparaison rapide et facile. Le dessin de la figure 14, par exemple, indique un excentrement excessif de l'ordre du distributeur, ce qui se voit du fait que les vis du rupteur se ferment à des intervalles réguliers.

Un autre avantage important de l'analyseur est sa faculté de permettre la vérification du fonctionnement d'un moteur dans les conditions de fonctionnement présentes. (Ceci nécessite un convertisseur continu-alternatif séparé). Cette méthode met souvent en évidence des défauts du moteur qui échappent aux vérifications classiques d'atelier.

Quelques exemples typiques

La souplesse d'emploi de l'analyseur sera mieux démontrée en prenant quelques exemples. Un chauffeur se plaint de ratés accidentels, spécialement sur mauvaises routes, bien qu'on ait récemment changé les bougies, la tête du distributeur, et les fils de connection. Les vérifications classiques d'atelier n'ont rien mis en évidence de mauvais. On a donc fait subir à la voiture une vérification sur route en connectant l'analyseur d'allumage au moteur et en alimentant l'analyseur par un petit convertisseur. Le propriétaire conduisait la voiture, tandis qu'un mécanicien surveillait l'analyseur. Les traces observées sur l'écran étaient parfaitement normales jusqu'à ce que le conducteur ait tourné sur une route de graviers qui lui occasionna les pires ennuis. Au premier cahot, l'oscillogramme révéla que deux des cylindres n'étaient pas allumés (voir fig. 15). En arrêtant la voiture, avec le moteur au point mort, la figure redevint normale.

Un examen visuel révéla que les fils des

bougies rentraient sous blindage un peu au-dessus des bougies. En retirant ce blindage métallique, on n'a rien vu d'anormal. De retour au garage, cependant, une inspection plus attentive montrait que le bloc de caoutchouc qui empêche les quatre fils d'être coupés par le blindage avait été placé trop bas. La mise en place du blindage inclinait le bloc, ce qui poussait les agrafes des fils de bougie au dehors des bougies n° 4 et 8. Le caoutchouc des isolants des bougies maintenait les agrafes assez près en fonctionnement au ralenti et en marche mais une route cahoteuse faisait sauter les agrafes assez loin pour empêcher l'allumage. En mettant les rondelles de caoutchouc à leur place on supprime cet ennui. Une simple panne — encore une qui aurait été difficile à trouver sans l'analyseur.

Voici un autre cas qui a donné bien du trac au service de dépannage d'un garage. Le moteur fonctionnait si mal qu'on ne pouvait démarrer qu'en première après un arrêt dû aux feux rouges. A l'atelier, on trouva que le moteur fonctionnait facilement au ralenti, mais plus du tout dès qu'on accélérât. Il présentait toutes les apparences d'une avarie de soupape à l'oreille, mais un essai de compression montra qu'il y avait moins de 4,5 kg entre les cylindres. Moteur embrayé et lancé, freins serrés, les bougies furent court-circuitées une à une. La seule bougie qui ne présenta pas de changement notable fut la bougie n° 8, aussitôt remplacée. Mais la panne ne fut pas supprimée.

On connecta alors l'analyseur et on regarda attentivement l'image. On vit que la trace était normale pour tous les cylindres sauf le numéro 6, dans l'ordre d'allumage. La figure changeait de forme (voir fig. 16) à chaque raté du moteur. On vérifia une fois de plus bougie, fil et distributeur, mais en vain. On souleva alors la tête du cylindre et une inspection attentive révéla que la soupape de sortie était légèrement faussée. Elle retombait en place correctement en fonctionnement au ralenti, mais elle était la cause de ratés en charge. Le mécanicien détecta l'avarie mais l'analyseur lui montra où il fallait regarder.

TABLE DES MATIÈRES du mois d'avril 1958.

AUTOMOBILE ET TRANSPORTS

Cette cheminée d'usine est en voyage	31
Une voiture à quatre places et à trois roues à moteur de motocyclette	41
Abri pour voiture en porte-à-faux de fabrication allemande	45
Ce cylindre articulé réduit le danger de « repliement » des semi-remorques	50
Le succès gâtera-t-il Volkswagen ?	52
Les « punaises des dunes » n'enfoncent pas dans le sable	58
Un pare-chocs latéral pour le parcage dans les lieux encombrés	58
Dépannage des systèmes d'allumage des moteurs grâce à l'électronique	59

AVIATION - MARINE

Révolution atomique dans les chantiers de constructions navales	17
Le « Boeing 707 » commence à sortir des chaînes de production	24
Un éteignoir géant pour les incendies d'avions	25
Machine à riveter fonctionnant sous portique	32
Un moteur à réaction « théorique » de 4 200 km/h. Le premier avion d'entraînement supersonique subit ses essais au tunnel aérodynamique	32
Le « Jetstar » américain croise à 885 km/h	33
L'école de la circulation aérienne	36
Un avion amphibie à flotteurs pliants	44
Cet autobus aquatique autrichien circule sur le Danube	44
Avertisseur de patinage pour les pneus d'avions	51