

De ontsteking

Door Rob Wilde

Een eerste kennismaking

Met de uitvinding van de benzinemotoren (vroeger ten onrechte gasmotoren genoemd) moest er een oplossing worden gezocht om het mengsel van lucht en benzine dat in de cilinder terecht kwam op het juiste moment te laten ontbranden. De oplossing bestond uit het toepassen van de bougie. De uitvinding van de bougie kwam uit de tijd van de gaslampen die destijds in straatlantaarns werden gebruikt. Door nu een dergelijke bougie in de cilinderkop van de motor te plaatsen kon men het mengsel van benzine en lucht elektrisch ontsteken.

Hiervoor was echter wel een hoogspanning nodig. Deze hoogspanning werd in eerste instantie verkregen door gebruik te maken van een ronddraaiende magneet die door middel van spoelen een elektrische lading opwekte; de zogenaamde magneetontsteking. Ook was in die tijd de trilontsteking toegepast die hoogspanning opwekte door middel van trillende contacten en transformatoren.

Na de komst van de accu en de dynamo kwam er voor het opwekken van

de nodige hoogspanning een bobine in de plaats. De bobine is in feite een transformator die een lage spanning omzet naar een hoogspanning. Met de zogenaamde rotor en verdelerkap kan men de bougies één voor één laten ontsteken. Door de bekabeling van de verdeler naar de bougies op een bepaalde manier aan te sluiten, kan men de ontstekingsvolgorde bepalen. Het ontstekingstijdstip is het moment dat het setje contactpuntjes opent en de bougie een vonk produceert. Voorheen kon men het ontstekingstijdstip door middel van een hendeltje handmatig afstellen. Met de komst van het vacuüm en centraal vervroegingmechanisme gebeurde dit automatisch. Het ontstekingstijdstip is het moment dat het setje contactpuntjes opent.

In de jaren '70 kwam de elektronische ontsteking opzetten. In eerste instantie werd deze toegepast in combinatie met de conventionele contactpunten. Later werden de contactpunten vervangen door elektromagnetische sensoren zoals de inductiespoel of door elektronische sensoren zoals de lichtsensor en de Hallsensor.

Op moderne motoren wordt de ontstekingsunit volledig elektronisch uitgevoerd en geregeld.

De startprocedure van een 90-jarige

Tijdens de Annual Rally in Engeland heb ik het starten van de beroemde Rolls-Royce Silver Ghost met kenteken AX201 mee mogen maken. Zoals u misschien weet, heeft deze wagen geen startmotor aan boord. Een grote slinger steekt naar voren om de motor tot leven te brengen. Men verwacht een flink gespierd figuur die zich in het zweet staat te slingeren totdat de motor aan slaat. Troost u, bij de AX201 doet men dat toch even anders. Met een kortstondig rustig slingeren wordt eerst het brandstofmengsel in de cilinders gezogen. Hierna wordt de krukas in een bepaalde stand gezet waardoor één van de zes zuigers in de juiste positie komt te staan. Hierna zet men het contact aan waardoor een vonk in de desbetreffende cilinder ontstaat. De zuiger wordt nu naar beneden gedrukt en met een nietig plofje slaat de motor aan. Erg Rolls-Royce waardig dacht ik zo.

Een mooier gebruik van dit ontstekingsprincipe is er volgens mij niet. De glimlach die op het gezicht van de persoon verschijnt die op dat moment achter het stuur zit als de motor aanslaat, spreekt boekdelen. Technisch gezien is deze startprocedure een hoogstandje, zeker als men bedenkt dat de wagen bijna 100 jaar oud is. Ik was er in ieder geval van onder de indruk. Mocht u ooit in de gelegenheid komen, raad ik u zeker aan dit ritueel eens te aanschouwen.

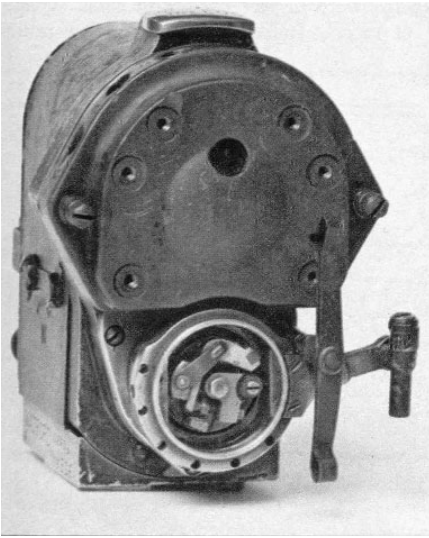
De magneetontsteking

In de loop der jaren zijn er dus verschillende constructies op het gebied van de ontsteking toegepast. De eerste ontstekingsunit die geschikt was voor een automotor was de magneetontsteking. Deze magneetontsteking heeft als voordeel dat hij net als een dynamo zelf spanning opwekt.

Het principe is eenvoudig. Een magneet die wordt aangedreven door de nokkenas draait hierdoor rond en wekt een magnetisch veld op. Dit magnetische veld wordt door een spoel omgezet naar een elektrische spanning. In de magneetontsteking is een secundaire spoel ingebouwd die de spanning opvoert totdat deze hoog genoeg is om een vonk te creëren. Alle bijbehorende componenten zoals de contactpunten en de verdeler zijn als één geheel aan het ontstekingshuis gemonteerd. Door de toepassing van steeds meer elektrische onderdelen in de wagen werden de latere wagens uitgevoerd met een accu die op zijn beurt werd geladen



Figuur 1. De hendeltjes op het stuur van de AX201.



Figuur 2. De magneet ontstekingsunit.

door een dynamo. Hierdoor is de magneetontsteking komen te vervallen. In de racerij werd de magneetontsteking nog wel enige tijd toegepast vanwege het feit dat de meeste racewagens geen accu aan boord hadden vanwege de gewichtsbesparing. In de modernere wagens kwam hij echter niet meer voor. Hierop volgde de bobineontsteking.

De bobineontsteking

De bobineontsteking is de meest toegepaste ontsteking in de auto-industrie. De bobine bestaat uit twee spoelen, namelijk de laagspanningsspoel en de hoogspanningsspoel die in elkaar zijn gewikkeld. De laagspanningsspoel heeft minder wikkelingen dan de hoogspanningsspoel. De twee spoelen onderscheiden we door ze de primaire

(laagspanningsspoel) en de secundaire (hoogspanningsspoel) kant te noemen.

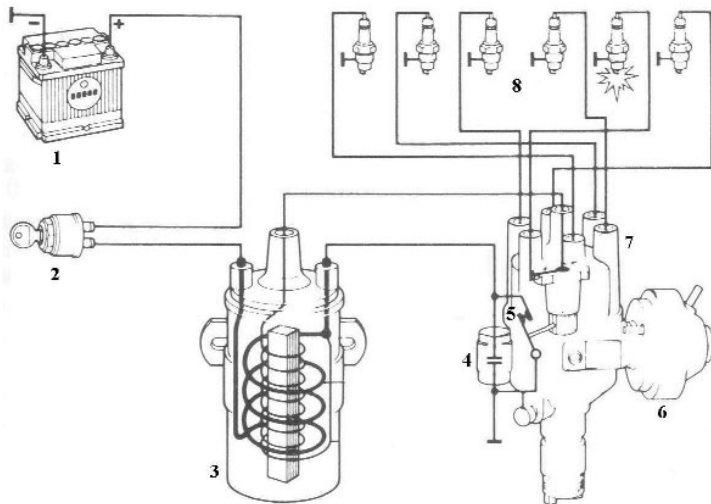
De bobine wordt in- en uitgeschakeld door middel van contactpuntjes die in principe als een schakelaar werken. Deze contactpuntjes worden via nokken, die op een as zijn gemonteerd, bediend. Deze as is via een tandwieloverbrenging verbonden met de nokkenas van de motor. Op het moment dat de contactpuntjes dicht staan, vloeit er een stroom door de primaire kant van de bobine. Deze spoel slaat de toenemende elektrische energie voor een korte tijd op. Op het moment dat de contactpuntjes door het verdraaien van de nok open gaan staan (de schakelaar wordt onderbroken), ontladde de spoel zich. Dit veroorzaakt een stijging van de spanning die over de spoel staat. Deze energie wordt nu door het ontstaan van een magnetisch veld doorgegeven aan de secundaire kant van de spoel. Deze secundaire kant slingert de spanning nog verder omhoog. Deze spanning is nu zo hoog dat er tussen de elektrode en de massa van de bougie een vonk ontstaat.

Bij een motor met meerdere cilinders is een verdeler toegepast die ervoor zorgt dat de juiste bougie op het juiste moment vonkt. De bougie moet namelijk pas ontsteken als de cilinder is gevuld met het brandstofmengsel en als de zuiger bijna zijn hoogste punt heeft bereikt.

De verdeler bestaat uit een ronddraaiend messing plaatje (de rotor) en de

Figuur 3. De elektrische bedrading van de bobineontsteking.

1. Accu
2. Contactslot
3. Bobine
4. Condensator
5. Contactpuntenset
6. Vacuümvervoeging
7. Verdelerkap
8. Bougies



verdelerkap. De rotor geleidt de hoogspanning naar de in de verdelerkap aangebrachte elektrisch geleidende punten. Door nu de uitgaande bekabeling van de verdelerkap op een bepaalde manier aan te sluiten op de bougies bepaalt men de ontstekingsvolgorde van de motor. Bij viercilindermotoren is dit vaak 1342. Dit houdt in dat de eerste cilinder als eerste ontsteekt, daarna de derde, dan de vierde en als laatste de tweede cilinder. Dit is gedaan om de motor zo soepel mogelijk te laten lopen. Zou men de volgorde 1234 aanhouden, heeft dit als gevolg dat de motor gaat resoneren. Door de juiste toepassing van de ontstekingsvolgorde blijft de motor beter in balans.

De verschillende componenten van de bobineontsteking

Een ontstekingsunit bestaat in principe uit slechts enkele onderdelen:

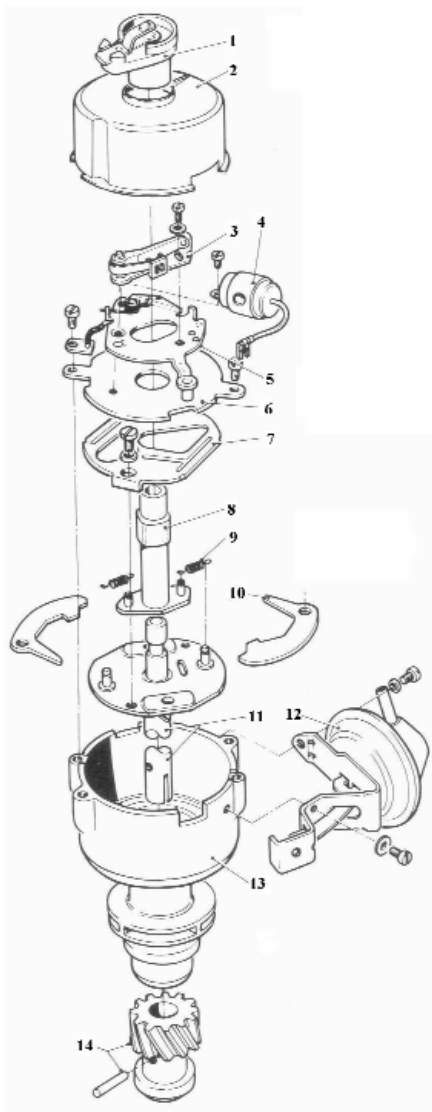
- de bobine die de hoogspanning levert,
- de contactpunten die de bobine als

het ware aan en uit zet
- een rotor en verdelerkap die er voor zorgen dat de opgewekte vonk bij de juiste bougie terechtkomt.

De contactpunten zijn gemonteerd in het ontstekingshuis met daarop de verdelerkap. De bougiekabels geven de hoogspanning via de bougiedoppen door naar de bougies. Door het ontstekingshuis loopt een as met daarop een aantal nokken dat de set contactpuntjes opent en sluit. Ten opzichte van de kruk draait de as één omwenteling per twee omwentelingen van de kruk-as. Door het ontstekingshuis te verdraaien kan het tijdstip van de ontsteking statisch worden bepaald.

Naargelang de uitvoering is er een centrifugaal vervoegingmechanisme en een vacuümvervoeging toegepast. Deze twee mechanische componenten

zorgen ervoor dat de ontstekingstijd automatisch verandert. De centrifugale vervroeging zorgt ervoor dat bij stijgend motortoerental



de ontstekingstijd vervoegt. De reden hiervoor is dat de verbranding namelijk eerder moet beginnen om op tijd op volle sterkte te zijn. De vacuümvervroeging reageert vooral op veranderingen in de gaspedaalstand. Geef je gas, dan is het motortoerental aanvankelijk nog even laag. Dit geeft een laag vacuüm en de ontsteking is dan laat. Dat moet ook: zo wordt detonatie (pingelen) van het mengsel bij gasgeven vermeden. Naarmate het toerental bij die gaspedaalstand stijgt, neemt het vacuüm toe, en de ontsteking mag en zal eerder plaatsvinden. Gevaar voor detonatie is nu namelijk afgenomen. Bij gas terugnemen is het vacuüm het hoogst, de ontsteking dus het vroegst. Detonatiegevaar is er niet. Algemeen gezegd is het de bedoeling een zo vroeg mogelijke vonk te verkrijgen, vanwege de efficiency. Een te vroeg ontstekingstijdstip is echter absoluut fataal, er kan in dat geval namelijk

Figuur 4. Het ontstekingshuis.

1. Rotor
2. Anti-condensaatplaat
3. Contactpunten
4. Condensator
5. Onderbrekerplaat
6. Grondplaat
7. Onderplaat
8. Onderbrekernok
9. Veer / centrifugaalvervroeging
10. Gewicht / centrifugaalvervroeging
11. Centrale as
12. Vacuümvervroegingunit
13. Ontstekingshuis
14. Aandrijfwiel met borgpen

detonatie (pingelen) optreden. Te laat is minder erg, maar inefficiënt (te warme motor, te hoog benzineverbruik). Deze variabele ontstekingstijd is nodig om de motor beter te laten lopen onder elke omstandigheid.

De bobine is de transformator die voor de nodige hoogspanning zorgt. Elektrisch gezien is er in sommige uitvoeringen een voorschakelweerstand op de bobine toegepast. Bij de Silver Cloud en Bentley S modellen is een ontstekingsunit van Delco-Remy toegepast. De Silver Shadow en Bentley T modellen hebben een Lucas systeem meegekregen. Met de komst van de elektronica zijn er vanaf chassisnummer 22673 (1975) ook op de Rolls-Royce en Bentley motoren elektronische, geïntegreerde ontstekingsunits toegepast; het zogenaamde Lucas-Opus systeem. In dit systeem zijn de contactpunten vervangen door een inductieve spoel die signalen oppikt van een schijfje dat is voorzien van 8 metalen staafjes. Dit schijfje is op de as van het ontstekingshuis geplaatst en bepaalt het juiste ontstekingstijdstip.

Het elektrische schema

In figuur 5 is het elektrische schema van de bobineontsteking getekend. Via de accu en de contactschakelaar gaat de stroom door de contactpunten en de bobine. In tegenstelling tot vroegere modellen loopt de stroom niet rechtstreeks door de bobine maar via een zogenaamde voorschakelweerstand. Omdat men tijdens het starten van een

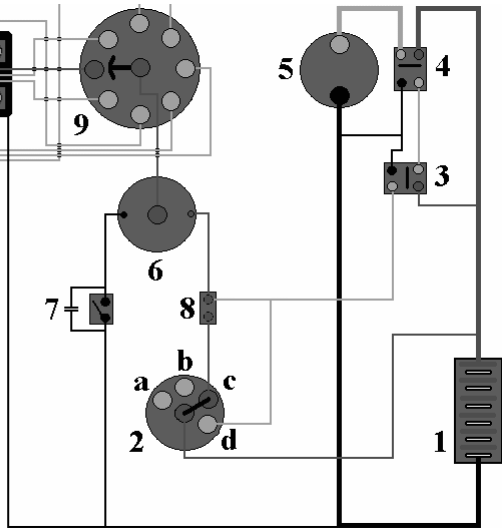
motor veel energie aan de accu onttrekt, zakt de spanning over de bobine enkele volts naar beneden. Hierdoor ontstaat de kans dat de opgewekte energie niet genoeg hoogspanning genereert en de vonk aan de bougies niet voldoende is om het brandstofmengsel te ontsteken. Door nu een 9 Volts bobine in plaats van een 12 Volts bobine toe te passen kan men dit probleem omzeilen door gebruik te maken van een voorschakelweerstand. Tijdens het starten sluit het startrelais de voorschakelweerstand kort waardoor er 12 Volt op de bobine komt te staan. De bobine is dusdanig ontworpen dat hij al bij 9 Volt een goed rendement oplevert. Door deze tijdelijke verhoging van de toegevoegde spanning zal de bobine nu tijdens het starten een goede vonk afgeven aan de bougies.

De bobine heeft drie aansluitingen. Op de pluspool zit de voorschakelweerstand. Op de minpool worden de contactpuntjes aangesloten. De middelste aansluiting is de hoogspanningsuitgang die naar de centrale aansluiting van de verdelerkap gaat.

Over de contactpunten heen is een condensator geplaatst die de schakeling efficiënter doet werken. Deze condensator zorgt er tevens voor dat de contactpunten niet zo snel inbranden. In sommige gevallen (hier niet getekend) is een condensator over de pluspool van de bobine en de aarde van de auto aangesloten. Deze condensator zorgt voor een goede ontstoring.

Figuur 5. Het elektrische schema van de bobineontsteking.

1. Accu
2. Contactslot met:
A-de accessoiresstand,
B-Nulstand,
C-Contactstand,
D-Startstand.
3. Startrelais
4. Bendixrelais
5. Startmotor
6. Bobine
7. Contactpunten en condensator
8. Voorschakelweerstand
9. Verdelerkap
10. Motorblok en bougies



Wat er fout kan gaan

Ten eerste is tijdens de startprocedure de spanning die de bobine moet krijgen erg belangrijk. Met een slechte accu of startmotor zakt de spanning tijdens het starten dramatisch naar beneden.

Hierdoor komt er te weinig spanning op de bobine te staan waardoor de vonk aan de bougie te klein is om het brandstofmengsel te ontsteken. Tijdens het starten werkt alles in principe een beetje tegen. De startmotor moet veel werk leveren en tegelijkertijd moet de bougie juist optimaal vonken. Het is dus zaak dat de accu en de startmotor goed functioneren.

Uiteraard moeten alle verbindingdraden van de ontsteking goed vastzitten. Controleer de algehele staat van de verdelerkap en de bougiekabels.

Verder kunnen de contactpunten los zitten, ingebrand zijn of is de condensator die over de contactpunten heen is aangesloten niet goed meer.

De verdelerkap kan gescheurd zijn en het ontstekingshuis kan zijn verdraaid, wat nadelig is voor het moment van ontsteken.

Uiteraard kan ook de desbetreffende zekering zijn gesprongen.

Bij het monteren van de contactpuntjes moet men letten op de juiste afstelling en moeten de puntjes eerst worden schoongemaakt. Men brengt tijdens de fabricage van de puntjes een bescherm laagje over de puntjes heen. Dit om het oxideren tijdens de opslag tegen te gaan. Deze bescherm laag moet eerst worden verwijderd voordat men de puntjes plaatst.

Een aantal testjes op een rij

Een goede afstelling van de ontsteking is uiteraard essentieel. Indien de motor niet aanslaat maar wel benzine krijgt, controleer dan eerst of de ontsteking werkt. Eerst moet men bepalen of er genoeg spanning op een bougiekabel staat om een vonk te kunnen produceren. Neem hiervoor een bougiekop los en steek hier een schroevendraaier in. Laat iemand de motor nu starten en houd de schroevendraaier een millimeter of drie van een geaard metalen deel van de carrosserie of motor vandaan. Als er geen vonk is, neem dan de kabel los die in het midden van de verdelerkap zit en controleer op dezelfde manier of hier wel een vonk uit komt. Is dit het geval, controleer dan de rotor en de verdelerkap op gebreken. Is op deze kabel ook hier geen vonk aanwezig, controleer dan door middel van een testlampje of de bobinespanning krijgt. Is dit niet het geval, kijk dan de desbetreffende zekering na. Indien de motor wel aanslaat maar tijdens het loslaten van de start sleutel weer afslaat is de voorschakelweerstand of de bedrading hiervan niet correct. De voorschakelweerstand wordt tijdens het starten door het startrelais kortgesloten. Deze functie kan men controleren door beide aansluitingen van de weerstand los te halen. Sluit nu een testlampje aan op één van de draden. Zet het contact nu aan. Als het testlampje meteen gaat branden is één kant van het circuit in orde. Sluit het lampje nu aan op de andere losgenomen draad. Het lampje mag nu niet

gaan branden. Draai de contact sleutel nu in de startpositie. Het lampje moet nu gaan branden. Hierdoor is de doorverbinding met het startrelais gecontroleerd. De contactpuntjes moeten tijdens deze test in de gesloten positie staan. Als men tijdens het starten de spanning door middel van een voltmeter over de bobine meet, moet deze dezelfde zijn als de accuspanning. Tijdens het lopen van de motor zal deze spanning 9 Volt bedragen. Let wel, deze controle geldt alleen als er een voorschakelweerstand is geplaatst. Is deze weerstand niet aanwezig, is de spanning over de bobine gelijk aan de accuspanning. Gebruik voor het meten van de ontsteking altijd een analoge voltmeter. Sommige elektronische multimeters kunnen niet tegen de piekspanningen die over de bobine staan en geven hierdoor de geest.

Het vervangen van onderdelen

Gebruik altijd originele onderdelen. Het is aan te raden om bij een conventionele ontstekingsunit koperen kabels zonder weerstand te gebruiken. Dit geldt eveneens voor de bougies en bougiekopen. Hierdoor verkrijgt men een zo hoog mogelijk rendement. Gebruik altijd het voorgeschreven type bougie. De zogenaamde warmtegraad van de bougie speelt hierin een grote rol. Deze waarde is per motor verschillend en de fabrikant ontwerpt voor elke motor een andere bougie met zijn eigen specifieke kenmerken. Moderne elektronische ontstekingen geven een grote vonkspanning af. Uiteraard komt



*Figuur 6.
Enkele losse
componenten.*

tactpunten” heeft te maken met het feit dat er twee setjes contactpunten zijn toegepast.

In de loop der jaren zijn er in principe

dit de ontsteking van het brandstofmengsel ten goede. Het nadeel echter van een grote vonkopbrengst is dat deze de aanwezige elektronische componenten behoorlijk kunnen storen. Om deze storing te onderdrukken, gebruikt men tegenwoordig bougiekabels en /of doppen met een ingebouwde weerstand. Ook zijn sommige bougies tegenwoordig voorzien van een inwendige weerstand. Dit is op de bougie aangegeven met de letter “R” van resistance, de engelse term voor weerstand. Het is namelijk gebleken dat de ontstoring het meeste effectief is als deze zo dicht mogelijk bij de bron wordt toegepast. In het laagspanningscircuit gebruikt men condensatoren om eventuele storingen te dempen.

De verschillende contactpunten;

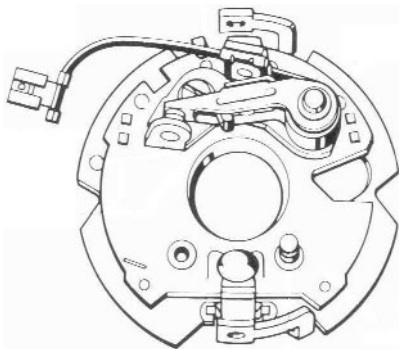
We gebruiken de term een “set contactpunten” omdat deze in feite uit twee puntjes bestaat. De term “dubbele con-

drie soorten contactpunten toegepast met enkele varianten hierop. Naarmate motoren meer cilinders kregen en het maximale toerental hiervan steeds hoger kwam te liggen, liepen de constructeurs tegen het volgende probleem aan. Het nadeel van enkele contactpunten is namelijk dat ze bij hogere toerentallen kunnen gaan zweven. Met het zweven van de contactpunten bedoelt men dat de contactpunten de snelheid van het openen en sluiten mechanisch niet meer bij kunnen benen. Ze zullen hierdoor willekeurig een cyclus overslaan. Hierdoor zullen enkele cilinders niet meer op tijd ontstoken worden waardoor de motor minder efficiënt gaat lopen. Dit effect zal eerder ontstaan bij motoren met meer dan vier cilinders. Door het toepassen van twee setjes contactpunten die om en om openen, lost men dit probleem op. Een bijkomstig voordeel hierbij is dat de setjes contactpunten twee maal zo

lang mee gaan. Bij de Rolls-Royce en Bentley motoren komt dit effect overigens niet voor. Deze motoren maken te weinig toeren om dit effect op te laten treden. Om de contactpuntjes af te kunnen stellen heeft men in principe weinig gereedschap nodig. Twee schroevendraaiers, een testlampje en een voelmaatje om de afstand van de lichthoogte te bepalen is meestal voldoende.

***De enkele contactpunten**

Bij de Silver Shadow modellen vanaf chassisnummer 8742 zijn de zogenaamde enkele contactpunten toegepast. Dit houdt in dat er één setje contactpunten is geplaatst. De contactpunten openen en sluiten hierbij elke keer als een bougie moet vonken. Ze zijn relatief gemakkelijk af te stellen en te controleren op slijtage. Controleer de contactpuntjes op gezette tijden op inbranden en houd ze goed schoon. Gebruik hiervoor een doek die niet pluist. Met een klein vijltje kan men de

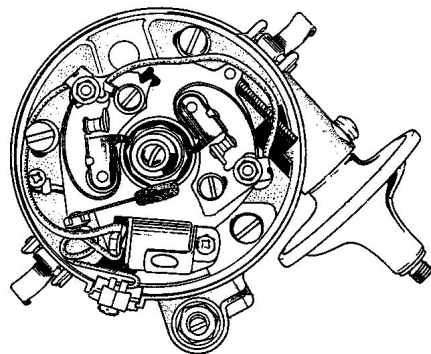


Figuur 7. De enkele contactpunten.

puntjes weer goed krijgen als ze enigszins zijn ingebrand. Open hiervoor de puntjes en klem het vijltje tussen de puntjes in. Hierdoor zullen de contactpuntjes aan beide kanten vlak bewerkt worden. Gebruik geen schuurpapier, dit kan een korreltje tussen de puntjes achterlaten. Een doekje dat geen pluusjes nalaat, is perfect om vet te verwijderen. Een druppeltje ontvetter doet hier wonderen. Maak de contactpuntjes altijd eerst goed schoon voordat u ze plaatst door deze laag te verwijderen.

***Dubbele contactpunten**

Op de vroege Shadow en T modellen (vóór chassisnummer 8742) zitten twee setjes contactpunten. Men heeft hierbij het draaipunt van de twee setjes contactpunten ten opzichte van elkaar een aantal graden verschoven. In tegenstelling tot de gesynchroniseerde contactpunten die elk apart drie of vier cilinders bedienen, zijn ze in deze opstelling elektrisch gezien parallel met elkaar verbonden. Het moment van



Figuur 8. De dubbele contactpunten.

openen en sluiten van de contactpuntjes overlapt elkaar hierdoor. Men heeft dit gedaan om de schakeltijd van de contactpuntjes te verkorten. Het werkt als volgt. In eerste instantie opent het eerste setje contactpunten. Daarna opent het tweede setje. Omdat beide setjes contactpunten parallel zijn aangesloten zal er elektrisch gezien nu pas een onderbreking zijn. Nu sluit het eerste setje zich waardoor het circuit weer sluit. Hierna sluit ook het tweede setje. Dit heeft echter geen effect meer. Door deze overlapping is elektrisch gezien het moment dat de puntjes openstaan verkort. Hierdoor staan de contactpuntjes dus langer dicht waardoor de bobine meer tijd krijgt om zich te laden en hierdoor efficiënter gaat werken. Dit komt ten goede aan de vonkopbrengst. Omdat de bobine een vonk afgeeft op het moment dat de contactpuntjes openen, is de afstelling van het tweede setje contactpuntjes het meest kritisch. Constructief gezien is dit het setje contactpunten wat het verst is verwijderd van de vacuüm unit. Het afstellen van de lighthoogte van de contactpuntjes geschiedt op dezelfde manier als bij de enkele contactpuntjes. De hoek waarin de contactpuntjes ten opzichte van elkaar staan is gefixeerd en kan niet worden gewijzigd.

***De gesynchroniseerde contactpunten**

De Silver Cloud modellen maken gebruik van de Delco-Remy ontstekingsunit die is voorzien van twee setjes contactpunten die om en om wer-

ken. Bij de zescilinder motoren bedient de eerste set de cilinders 1, 2, 3 en de tweede set contactpunten de cilinders 4, 5, en 6. De ontstekingsvolgorde van de zescilinder motor is 1, 4, 2, 6, 3, 5. De V8 heeft 1, 5, 4, 8, 6, 3, 7, 2, als ontstekingsvolgorde. In beide gevallen is de A1 cilinder de eerste cilinder. Van deze dubbele contactpunten is er één gefixeerd, de andere is afstelbaar. We noemen dit gesynchroniseerde contactpunten. Voor het afstellen gebruikt men een speciaal meetinstrument. Op dit meetinstrument is aan twee kanten een schaalverdeling getekend. Het meetinstrument brengt men aan op de as van het ontstekingshuis in plaats van de rotor. Deze as moet nu dusdanig worden gedraaid totdat de gefixeerde punten open gaan staan. Hierna leest men de waarde af die bij de afleesnok op de schaal staat aangegeven. Door nu de as te verdraaien gaat het tweede setje contactpunten open staan. Tijdens het moment van openen moet de aangegeven tegenovergestelde waarde op de schaal hetzelfde zijn. Wijkt de waarde af dan moet men het tweede setje contactpunten zodanig afstellen dat beide aflezingen dezelfde waarde aangeven. Is men niet in het bezit van een dergelijk meetinstrument, dan kunnen de contactpuntjes ook handmatig worden gesynchroniseerd. Draai hiervoor de krukas door middel van de starterkrans zodanig rond totdat de gefixeerde contactpunten open gaan staan. Zet nu een markeerpunt op de starterkrans. Draai nu de krukas een hele slag rond totdat de markering op dezelfde plaats komt

te staan. Nu moeten de andere contactpuntes openen. Stel ze zonedig bij. De twee setjes contactpunten zijn nu gesynchroniseerd. De lighthoogte stelt men op de normale manier af.

De lighthoogte in verhouding tot de Dwell hoek.

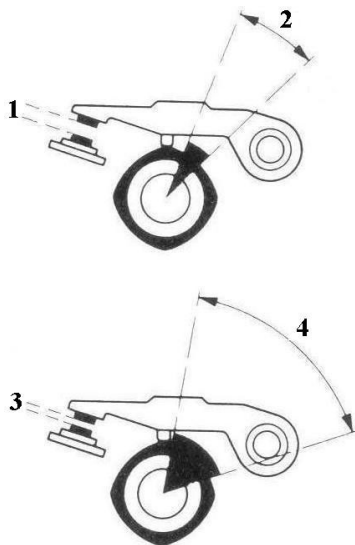
De lighthoogte is de afstand die de contactpuntes onderling hebben als ze geheel open staan. Is deze lighthoogte te groot dan zal deze invloed hebben op de ontstekingstijd en de kracht van de vonk. De lighthoogte stelt men af door middel van een voelmaatje dat tussen de punten in moet staan. Het voelmaatje moet enige weerstand ondervinden bij de juiste afstelling als men het tussen de puntjes uittrekt. De afstand van de puntjes is bij iedere ontsteking anders maar ligt meestal tussen de 0,35 en 0,5mm.

Met de Dwell-hoek (of sluihoek) wordt de verhouding in graden aangegeven waarop de contactpuntes open en dicht staan. De Dwell-hoek is gerelateerd aan de lighthoogte. Als de lighthoogte van de contactpunten groter is zullen de contactpunten langer open blijven staan en zal de Dwell hoek hiermee eveneens veranderen. Als de lighthoogte goed is afgesteld, staat de

Figuur 9. De lighthoogte bepaalt de Dwell-hoek.

1. Grote lighthoogte;
2. Kleine Dwell-hoek.
3. Kleine lighthoogte;
4. Grote Dwell-hoek.

Dwell-hoek ook altijd correct. Met een speciale gradenmeter kan men de Dwell-hoek meten. Vanaf chassisnummer 8742 (enkele set contactpuntes) is er bij de Silver Shadow modellen een mogelijkheid om de lighthoogte en hiermee de Dwell-hoek af te stellen door een naar buiten uitgevoerde afstelschroef die zich aan de zijkant van het ontstekingshuis bevindt. De Dwell-hoek van de Cloud I en S1 is 44 graden bij de Cloud II en III en de S2 en S3 is dit 34 graden. Indien men bij de Cloud en S modellen de Dwell-hoek meet en deze staat niet juist moet men beide setjes contactpunten controleren op de juiste lighthoogte. Dit geldt ook voor de Shadow modellen die met de dubbele overlappende contactpunten zijn uitgevoerd. Bij de Shadows vanaf chassisnummer 8742 die met enkele punten zijn uitgevoerd moet de hoek

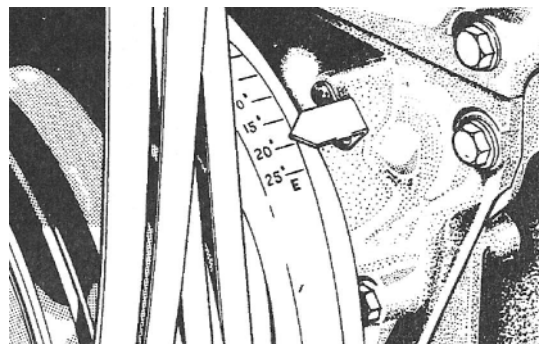


tussen de 26 en 28 graden zijn. Bij de latere modellen (vanaf chassisnummer 22673) is de Lucas-Opus ontsteking toegepast. Hierbij zijn de contactpuntjes vervangen door een opneemelement in de vorm van een inductiespoel. Deze spoel is op een vast punt gemonteerd en hoeft niet afgesteld te worden.

Het ontstekingstijdstip

Het ontstekingstijdstip is de tijd waarop de bougie in de cilinder moet ontsteken. Dit tijdstip wordt aangegeven in graden. Als de zuiger in de cilinder tijdens de compressieslag zijn hoogste punt heeft bereikt, noemen we dit het bovenste dode punt, afgekort B.D.P. Om een juiste verbranding te krijgen moet de bougie voordat de zuiger dit punt heeft bereikt, ontsteken. Stel dat de afstelling luidt "3 graden voor het B.D.P.". Dit houdt in dat de bougie moet ontsteken als de krukas 3 graden voor het B.D.P. staat. Men kan dit als volgt afstellen. Op de krukas pulley zijn markeringen aangebracht. De krukas moet hiervoor dusdanig worden verdraaid totdat de markering exact op de aangegeven drie graden staat. De zuiger in de eerste cilinder (A1) moet in zijn arbeidsslag bovenin staan. Door nu het ontstekingshuis ten opzichte van de nok die de contactpuntjes opent en sluit te verdraaien zullen deze eerder of later open gaan. Het juiste afstelmoment is bereikt als de contactpuntjes openen. Met een testlampje kan men het exacte openingsmoment bepalen. Men kan de ontstekingstijd ook afstellen met een zogenaamde stroboscoop-

lamp. Aan deze lamp is een draad bevestigd met daaraan een kabelklem. Deze klem plaatst men over de bougiekabel van de eerste cilinder. Op het moment dat er door de bougiekabel hoogspanning loopt, pikt de kabelklem een signaal op en zal de lamp ontsteken. Men gebruikt hiervoor een gasgevulde lamp die zonder gloeidraad ontsteekt. Omdat de stroboscooplamp de exacte tijd moet bepalen van het ontstekingsmoment, is een conventionele gloeidraadlamp niet geschikt omdat de draad nagloeit bij het uitschakelen van de lamp. Hierdoor is het onmogelijk om een exacte tijdmeting te verrichten. Mocht u vroeger ooit in een discotheek zijn geweest en al flitsend over de dansvloer zijn geschoven, weet u wat voor lamp ik bedoel. Maak de juiste markering (in dit geval de drie graden aanduiding) op de krukas pulley wit door middel van bijvoorbeeld typex. Dit om de leesbaarheid te bevorderen. Als het ontstekingstijdstip juist staat, zal de lamp nu elke keer ontsteken als de wit gemaakte markering voorbij komt. Dit wekt de optische illusie op alsof de markering stil staat. Is de markering opties gezien iets naar links of rechts verschoven moet men de ontstekingstijd afstellen door het ontstekingshuis iets te verdraaien. Kijk in uw handboek wat de juiste afstelling van het ontstekingstijdstip moet zijn. Bij het afstellen van het ontstekingstijdstip moet in de meeste gevallen de vacuümvervroeging worden uitgeschakeld. Dit doet men door simpelweg het slangetje of buisje van de aanvoer los te halen.



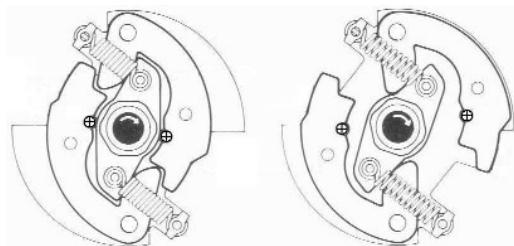
Figuur 10. De markering op de krukas pulley.

Bij sommige modellen zoals bij de Silver Shadow en T wagens met dubbele contactpunten kan men door middel van een afstelschroef de grondplaat iets verdraaien waardoor de ontsteking vroeger of later komt te staan. Dit is gedaan om rekening te houden met het octaangehalte dat zich in de benzine bevindt. Vroeger trof men in het buitenland nog benzine aan die niet zo goed van kwaliteit was waardoor de motor niet zo goed liep. Door het verstellen van de octaan afstelschroef ondervindt men dit probleem. Zet deze schroef tijdens het afstellen van de contactpunten in de als "A" gemerkte stand.

De centrifugale vervroeging

Bij een hoger toerental loopt een motor beter als het ontstekingstijdstip vroeger komt te staan. Om deze vervroeging automatisch te laten plaatsvinden, past men een centrifugale vervroeging toe. Om gebruik te kunnen maken van dit effect splitst men de as van het ontste-

kingshuis in tweeën. Hierdoor kan de inkomende as ten opzichte van de uitgaande as verdraaien. Aan de uitgaande as zijn de nokken bevestigd die de contactpunten openen en sluiten. Op de inkomende as van het ontstekingshuis zit een ronde plaat gemonteerd. Op deze plaat zijn twee asjes bevestigd waarop twee gewichtjes kunnen draaien. Deze gewichtjes worden door middel van een veertje naar de as toe getrokken. Aan deze gewichtjes zitten twee pennen. Op deze pennen is via een tweede plaat de uitgaande as gemonteerd. Indien het toerental van de motor nu toeneemt zullen de twee gewichtjes door het centrifugale effect van de inkomende as af worden geslingerd. De twee pennen die hieraan bevestigd zijn verdraaien nu de bovenste plaat en hiermee de uitgaande as. De hieraan bevestigde nok zal nu de contactpunten vroeger openen waardoor het ontstekingstijdstip vroeger gaat staan. Door het centrifugale effect zal de mate waarin dit gebeurt, afhangen van het toerental van de motor.

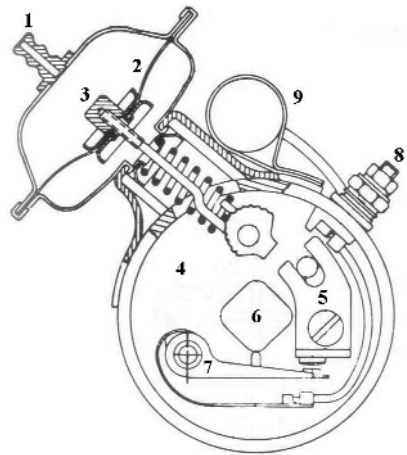


Figuur 11. De centrifugale vervroeging bij een langzaam en snel toerental.

De vacuümvervroeging

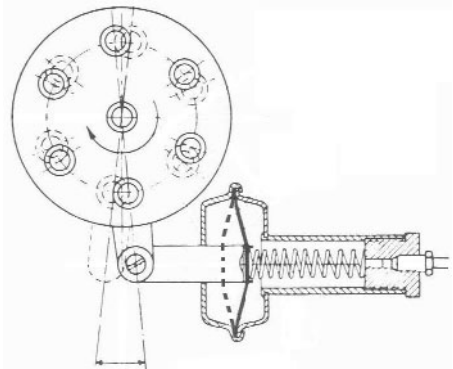
Als een motor stationair draait, zal het rendement van het ontstoken brandstofmengsel het meest efficiënt zijn als men deze twee of drie graden voordat het bovenste dode punt van de zuiger is bereikt, ontsteekt. Komt er nu door gas te geven meer brandstof in de cilinder terecht, ontstaat de kans dat het brandstofmengsel te laat ontsteekt. Men heeft ontdekt dat als men het moment van de ontsteking nu wat eerder laat plaatsvinden, de motor sneller op zijn gewenste toerental komt.

Vandaar dat men de ontstekingstijd ook in dit opzicht variabel heeft gemaakt. Bij oudere wagens is het ontstekingstijdstip handmatig te verstellen door het ontstekingshuis te verdraaien via een hendeltje dat bijvoorbeeld op het stuur is bevestigd. Later heeft men in het ontstekingshuis een aparte grondplaat gemonteerd die rond de uitgaande as kan verdraaien. Op deze grondplaat zijn de contactpunten bevestigd. Met de komst van de vacuümvervroeging gebeurt dit verstellen automatisch. Het vacuüm, dat in het inlaatspruitstuk van de motor ontstaat tijdens het openzetten van de gaskleppen van de carburateurs, trekt een membraan aan. Aan dit membraan is een stangetje gemonteerd dat op zijn beurt aan de grondplaat van het ontstekingshuis is bevestigd. Hierdoor verdraait de grondplaat bij een toename van het vacuüm. De op de plaat gemonteerde contactpunten zullen nu eerder openen en sluiten. Het ontstekingstijdstip wordt hiermee vervroegd.



Figuur 12. De componenten van de vacuümvervroeging.

1. Vacuüm-aansluiting
2. Membraan
3. Bedieningsas
4. Onderbrekerplaat
5. Contactpunt
6. Nokken
7. Contactpuntarm
8. Elektrische aansluiting
9. Condensator



Figuur 13. Het vacuüm zorgt voor een vervroegd ontstekingstijdstip.

De elektronische ontstekingsunit

Rond 1970 is de elektronische ontsteking geïntroduceerd, destijds ook wel de transistor-ontsteking genoemd. Een transistor kan men zien als een elektronische schakelaar. De transistor zelf heeft een minimale schakelspanning en stroom nodig. In deze opstelling maakt men nog steeds gebruik van de contactpuntjes. Deze worden nu gebruikt om de schakeltransistors van de elektronische unit aan te sturen die op hun beurt de bobine in en uit schakelen. De bobine geeft in deze opstelling een hoger rendement af waardoor de vonk aan de bougies uiteindelijk groter is. Het rendement wordt verhoogd door het feit dat een transistor de eigenschap heeft een zeer korte schakeltijd te hebben. De schakelstroom die een transistor nodig heeft om in en uit te schakelen is dusdanig klein dat de contactpuntjes veel langer mee gaan. Men heeft de schakelstroom die door de contactpunten loopt relatief gezien expres groot gehouden. Is de schakelstroom namelijk erg laag dan ontstaat het effect dat de contactpuntjes elektrisch gezien niet meer in en uit schakelen doordat ze vervuild raken. Door nu de schakelstroom hoger te maken zullen de contactpuntjes een minimaal vonkje blijven afgeven, net genoeg om de puntjes schoon te houden.

De elektronische ontstekingsunit is tot op de dag van vandaag nog steeds los te koop en kan in principe in elke wagen worden toegepast. De enige aanpassing die men hiervoor moet doen is het verwijderen van de conden-

sator die over de contactpuntjes is gemonteerd. Door toepassing van een extra schakelaar heeft men de mogelijkheid om de elektronische ontstekingsunit uit te schakelen waardoor men weer overstapt op de conventionele opstelling. Met deze opstelling kan men in ieder geval verder rijden, mocht de elektronische ontstekingsunit ooit uitvallen. Schakel de unit echter nooit in en uit met een draaiende motor. Dit kan blijvende schade aanrichten aan de elektronische componenten van de unit.

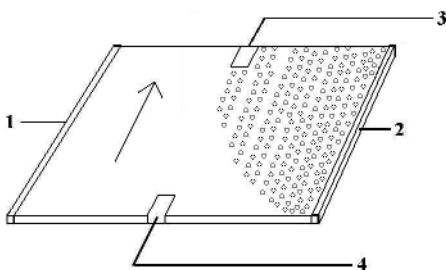
De elektronische “contactpuntjes”

Met de komst van de elektronische ontsteking liep men zoals in de vorige alinea is beschreven tegen enkele problemen aan. Men wilde hierdoor eigenlijk ook wel van de contactpuntjes af. In eerste instantie werden deze vervangen door gebruik te maken van een lichtschaakelaar. Op de as van het ontstekingshuis heeft men bij deze opstelling een schijf gemonteerd die voorzien is van een aantal gaten. Het aantal gaten komt overeen met het aantal cilinders. Aan één kant van de schijf bevindt zich een lampje of LED, aan de andere kant is een lichtgevoelige transistor geplaatst. Tijdens het draaien van de schijf komt nu elke keer een opening in de schijf voorbij waardoor het licht kortstondig op de lichtgevoelige transistor valt. Hiermee schakelt men de elektronische ontstekingsunit zoals in de vorige alinea is beschreven. Het nadeel van deze constructie is echter dat indien de lamp of de lichtgevoe-

lige transistor vuil wordt, de laatste geen licht meer ontvangt. Hierdoor zal de ontsteking uiteraard uitvallen. Met de komst van de Lucas-Opus ontstekingsunit die gebruik maakt van een inductiespoel is dit probleem opgelost. In de volgende alinea wordt de Lucas-Opus unit uitvoeriger beschreven.

Tegenwoordig wordt de Hallsensor steeds meer als opneemelement toegepast. Een Hallsensor is gemaakt van een dunne folie elektrisch halfgeleidend materiaal, een zogenaamde halfgeleider. Een halfgeleider bestaat uit natuurkundig materiaal dat door het op verschillende manieren toe te passen beïnvloed kan worden door onder andere spanning, stroom, licht en magnetisme.

Bij de Hallsensor maakt men gebruik van de verandering van een magnetisch veld. Door bijvoorbeeld een extra verandering op het vliegwiel van de krukas te plaatsen, ontstaat een puls waarmee men de snelheid en de stand van deze as kan bepalen. Met deze puls kan men allerlei componenten aansturen, zoals



Figuur 14. Het elektrische principe van de Hallsensor.

de toerenteller en de elektronische ontstekingsunit. Het elektrische principe van de Hallsensor is getekend in figuur 14. Aan twee tegenover elkaar liggende zijden van de halfgeleider worden twee contactstrippen aangebracht (1 & 2). Aan de twee overige zijden van het plaatje worden eveneens twee contacten (3 & 4) geplaatst. Tussen de contactstrippen 1 & 2 in wordt nu een constante gelijkmatige stroom gevoerd. Deze stroom heeft als gevolg dat elektronen zich gaan verplaatsen van contact 1 naar contact 2. Op het moment dat een tand van het vliegwiel het plaatje nadert, verandert hierdoor het magnetische veld. In de tekening is dit aangegeven door de pijl. Deze verandering van het magnetische veld heeft als gevolg dat elektronen af gaan buigen naar punt 3 of 4 naargelang de richting waarin het tandwiel beweegt. Door deze afbuiging van elektronen ontstaat een spanningsverschil tussen contact 3 en contact 4. Met dit opgewekte pulserende spanningsverschil (de blokgolf genoemd) stuurt men bijvoorbeeld een elektronische ontstekingsunit aan die op zijn beurt de bobine in en uit schakelt.

De Lucas-Opus ontsteking

Vanaf juni 1975 (chassisnummer 22673) is de zogenaamde Lucas-Opus ontstekingsunit geplaatst. Ook hier gaat het om een elektronische ontsteking die geen gebruik meer maakt van contactpuntjes. In dit geval is de lichtschakelaar vervangen door een inductiespoel als opneemelement die

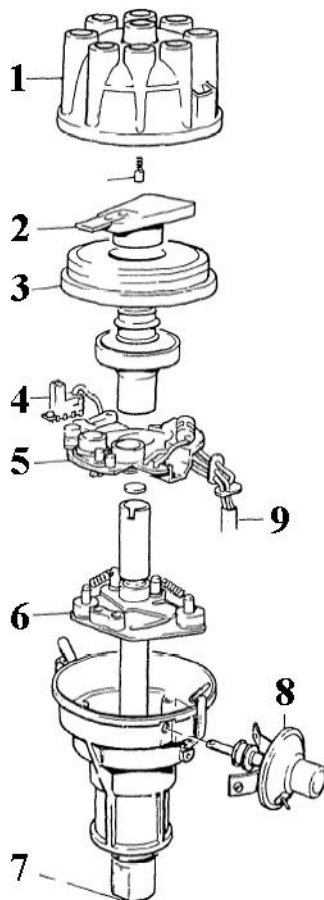
Figuur 15. De Lucas-Opus ontsteking.

1. Verdelerkap
2. Rotor
3. Pulsschijf
4. Inductief opneemelement
5. Grondplaat
6. Centrifugale vervroeging
7. Centrale as
8. Vacuümvervroeging
9. Elektrische aansluiting

reageert op veranderingen in een magnetisch veld. Op de as van het ontstekingshuis is een schijf gemonteerd met daarin een aantal metalen staafjes. Het aantal staafjes komt overeen met het aantal cilinders, in dit geval acht. Op het moment dat een dergelijk staafje de inductiespoel passeert, verandert het magnetische veld rond de spoel. De inductiespoel zet deze verandering om in een wisselspanning. Met deze opgewekte wisselspanning die elektronisch wordt omgezet naar een blokgolf of puls stuurt men de transistor aan die de bobine in en uit schakelt. Het voordeel van de Lucas-Opus ontsteking is dat deze haast ongevoelig is voor vervuiling. De elektronische schakeling is in het ontstekingshuis gemonteerd. De bobine en voorschakelweerstand worden in deze opstelling nog als losse units toegepast.

Thyristor-ontsteking

De thyristor-ontsteking bestaat meestal uit één unit. Vooral in racewagens komt deze unit vaak voor vanwege de extreem snelle ontstekingsstijden die hierbij nodig zijn. Een Formule-1



motor draait maximaal rond de 18.000 toeren. U begrijpt dat hier een extreem snelle ontstekingsunit voor nodig is. Een thyristor is familie van de transistor. Het verschil met de transistor is dat de thyristor ook wisselspanning kan schakelen. In plaats van een losse bobine is er nu een transformator toegepast die de hoogspanning voor de bougies verzorgt. Ook is in de unit de voor-

schakelweerstand opgenomen. In deze unit is een elektronische schakeling toegepast die het ontstekingstijdstip bepaalt door middel van een Hallsensor die de stand van de krukas kan detecteren. Met het bepalen van het ontstekingstijdstip houdt men onder andere rekening met het toerental van de krukas, de buitentemperatuur, het gevraagde vermogen, de luchtvochtigheid en de temperatuur van de motor. Allerlei zaken die invloed hebben op het goed functioneren van de motor. Met de komst van de injectiemotoren is de benodigde elektronische aansturing van dit systeem vaak gekoppeld aan de ontstekingsunit. De nieuwste ontwikkeling is het plaatsen van meer-

dere ontstekingsunits die elk één bougie ontsteken. Een kleine hoogspanningstransformator is dan rechtstreeks boven de bougie geplaatst. Deze aparte units worden ieder op het juiste moment aangestuurd door de elektronische regelunit. Hiermee is ook de verdeler komen te vervallen. Zo zijn alle onderdelen die op de conventionele ontsteking zijn toegepast in de loop der jaren komen te vervallen. Het bewijs dat de conventionele ontstekingsunit een goed doordachte uitvinding is geweest, blijkt wel uit het feit dat men er meer dan honderd jaar over heeft gedaan om deze in zijn geheel te moderniseren. ■

