

De koningsas

De koningsas als alternatief voor de tandwieltrain, de ketting en de getande riem als aandrijving van de OHC (bovenliggende nokkenas). Verlaten Ducati Paradigma's, een gotspe of gewoon niets nieuws onder de zon.

DOOR HENK CLOOSTERMAN

Behalve de desmodromische klepbediening is de koningsas zo'n 28 jaar (van 1958 tot 1986) een belangrijk kenmerk en onderwerp van onderzoek en ontwikkeling (paradigma) van Ducati geweest. Bij het schrijven van dit stukje (winter '22/23) is het overigens alweer 36 (!) jaar geleden dat de laatste koningsasser V-twin de Ducatifabriek verliet. Eerder (1974) was Ducati al gestopt met de productie van OHC éencilinders. Dat heette toen nog gewoon een managementbesluit.

Hoog tijd om dit oudste 'paradigma' eens definitief af te sluiten met een uitgebreid artikel. De recentelijk door Ducati CEO Domenicali genoemde andere drie komen wellicht later nog eens aan de beurt. Dat zijn dan het 'V2-paradigma', die vanaf de Desmosedici wordt opgevolgd door de V4, het trellis frame, vervangen door een aluminium frame en zelfs de desmodromische klepbediening, die voor de toermotoren (Multistrada) is verlaten voor een klepveren-motor. De ketting is sinds de Panigale (2012) ook alweer even terug als aandrijving van de nokkenas(sen). Die werd immers ook al in de parallel-twins gebruikt (1975 - 1981). Sinds 1980 opgevolgd door de Pantah met de getande riem. Spottend door verstokte bevelheads 'jarretello's' genoemd.

Go with the flow?

Ach, als Ducati het zelf al niet doet, waarom zouden wij ons dan druk maken om die losgelaten en verlaten paradigma's? Gelukkig dat Ducati niet definitief met de oude paradigma's heeft gebroken, maar een tijd lang het nieuwe (tot op heden zelfs de tweekleppers naast de vierkleppers) naast het oude laat bestaan. Dat was altijd al zo en dat maakt het allemaal wat draaglijker voor de eerdere in- en opstappers (ondergetekende).

Ducati heeft alle vier de methoden om de bovenliggende nokkenas aan te drijven gebruikt.

1. De koningsas (Timing Shaft of Transmission Shaft) in de eerdergenoemde eencilinders en in de eerste generatie V-twins.
2. De tandwieltrain in de 125, 250 en 350 GP desmo triple nocker twins en in de Desmosedici.
3. De kettingaandrijving in de paralleltwins, de Panigale en nu ook in de nieuwe Multistrada Granturismo V4-motor.
4. En de getande riem vanaf de Pantah tot heden in de vele volgende generaties.



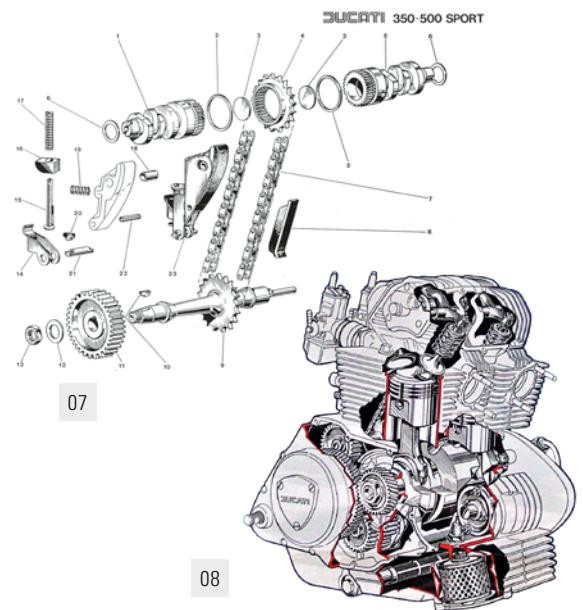
01



02



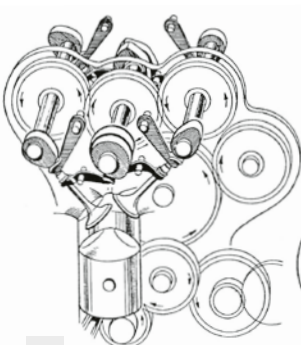
03



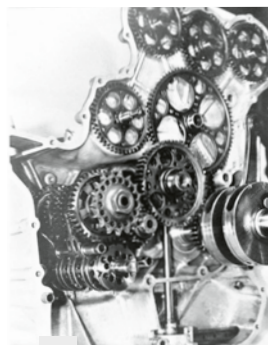
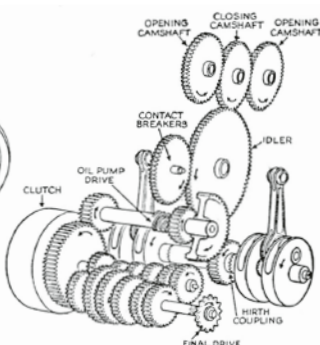
07

08

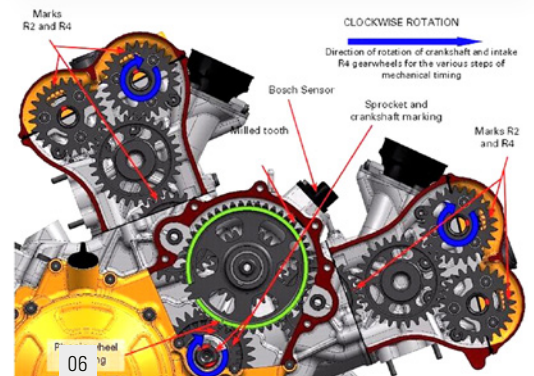
1. Logo van de Bevelheads met kegeltandwielpaar.
2. Bovenaanzicht koningsas Darmah.
3. Variant op 'Intel inside'.
- 4-5 Tandwieltrain in de triple nockers met super licht gemaakte tandwielen.
6. Tandwieltrain van de Desmosedici RR.
- 7-8 Ketting aangedreven nokkenas in de parallel-twin.



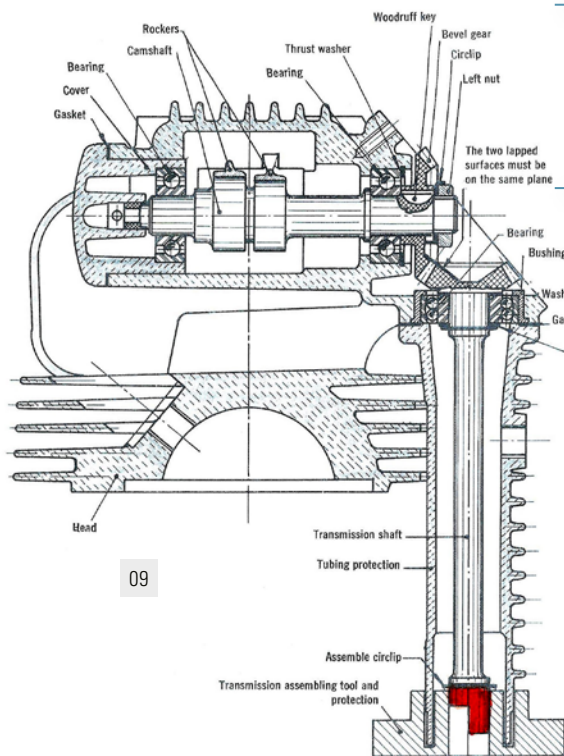
04



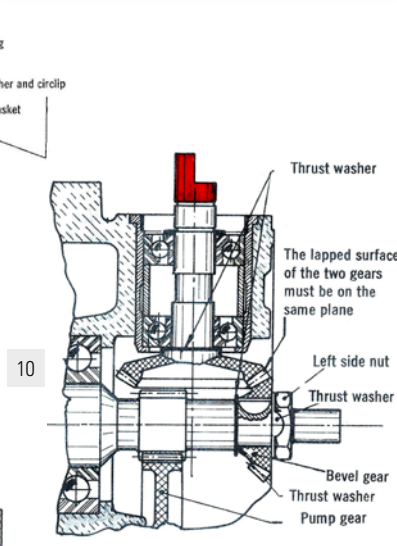
05



06



- 9. Situatie bij de krukas.
- 10. Situatie koningsas naar de kop.



Eerst nog wat nostalgie (stokpaardje)

Bijna vijftig jaar geleden (1974) stopte Ducati dus met de productie van de éencilinder koningsassers, maar ging nog tot 1986 door met het produceren van de koningsassen twins. Mijn 350 Scrambler kwam in 1974 op kenteken. Ik kocht meteen na aanschaf (1977) een werkplaatshandboek (zie Lit. nr. 1). Op de achterkant staat: *This is a book for active bike enthusiasts. Carry it along as standard equipment. It is a good feeling to understand what's happening below you – and an even better one to realize you can get inside if necessary and make repairs.*

Het was nog de tijd dat je als 'actieve motorfiets-enthousiast' geacht werd om zelf aan je blok te sleutelen. Daarvoor was een goed werkplaatshandboek, zoals dat van Clymer, onmisbaar. Er staan prachtige technische Taglioni-tekeningen in, zoals ook van de koningsas-onderdelen (Afb. 9 en 10).

Het (verticale) kegeltandwiel op de krukas staat in contact met het (horizontale) kegeltandwiel op het onderste deel van de koningsas. Met een 'Oldham koppeling' (twee halve maantjes – rood aangeven - met de vlakke kanten tegen elkaar, waaromheen een busje) worden beide losse delen verbonden. Functie: opvangen van warmte/uitzetting.

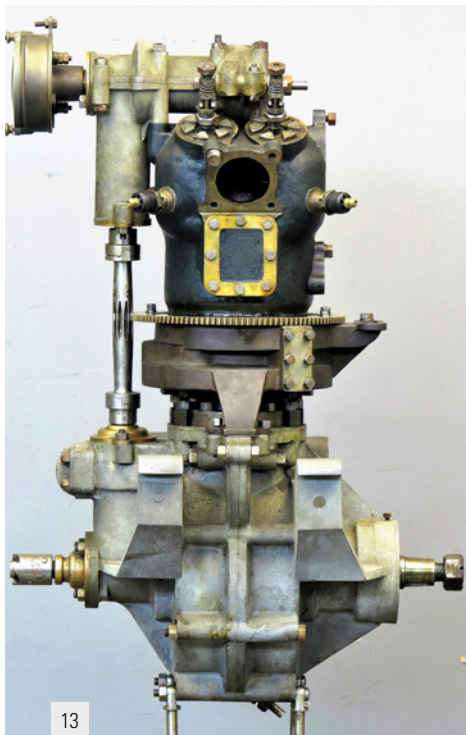
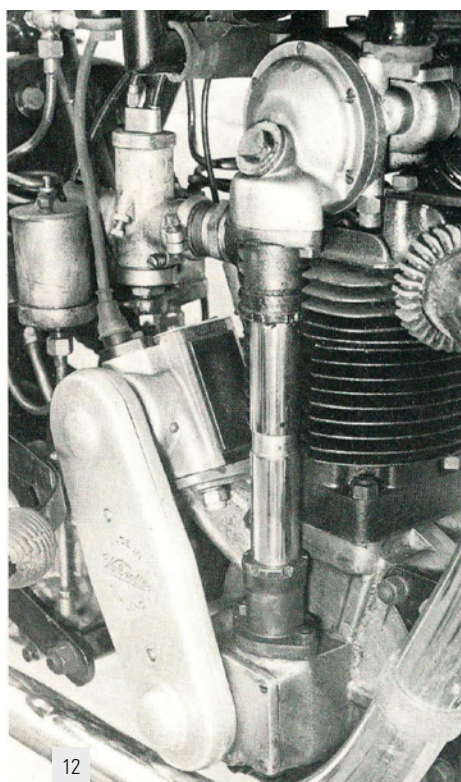
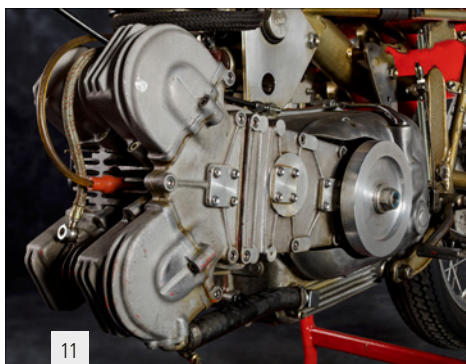
Zoals bewezen is een bovenliggende nokkenas gunstiger dan een onderliggende. Met stoterstangenmotoren (denk aan JAP, Guzzi, Morini etc.) zijn fantastische resultaten behaald, maar met de OHC-motoren nog veel betere. Maar alles heeft altijd zijn prijs en een andere kant van de medaille.

Tunnelvisie

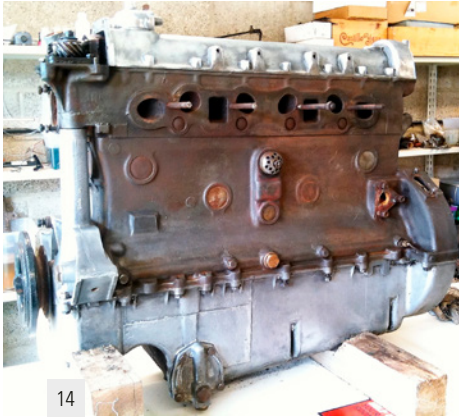
Het is moeilijk om zo een stoterstangentunnel van een koningsastunnel te kunnen onderscheiden. Sterker nog, dat is gewoon niet altijd mogelijk! Je zult daarom al die motoren beter moeten leren kennen. Als er in de bronnen OHC aan wordt toegekend, mag je aannemen dat het een koningsastunnel betreft. Is het een OHV dan zal het daarentegen een stoterstangentunnel zijn. Maar ik heb bij mijn inventarisatie hiernaar bemerk, dat ook de 'bronnen' fout kunnen zitten.

De theorie

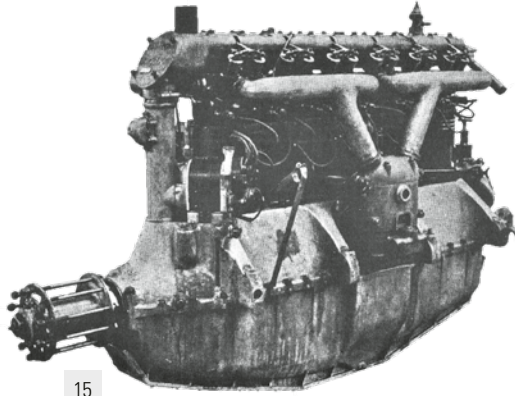
Toen Fabio Taglioni voor de eerste keer de koningsas ging gebruiken in zijn Marianna (1955) was dat al lang 'state of the art' techniek. Er waren toen zeker al wel meer dan vijftig motorfietsmerken en nog wel meer merken van auto-, vliegtuig- en bootmotoren vóór hem die deze uitvoering hebben gebruikt: van Aermacchi tot Velocette; Ariès tot Wolseley, Austro-Daimler tot Sunbeam en van Delahaye tot Soriano. Een klein overzicht van respectievelijk koningsasser motorfietsmotoren; automotoren; vliegtuigmotoren en marinemotoren. (Telkens eerste en laatste in het alfabet.)



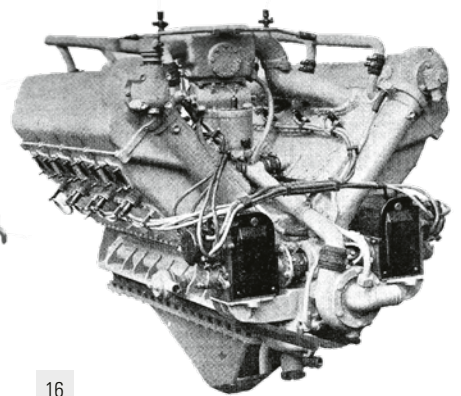
- 11. Aermacchi 350 DOHC (± 1965) NB, De koningsas is onzichtbaar, want later aangebracht in de stoterstangen-behuizing. [Foto Phil Aynsley]
- 12. Velocette Mark 1 KTT.
- 13. Ariès (1908) - automotor.



14

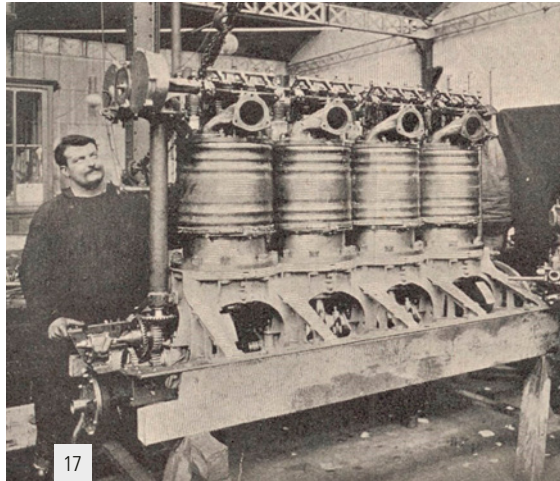


15

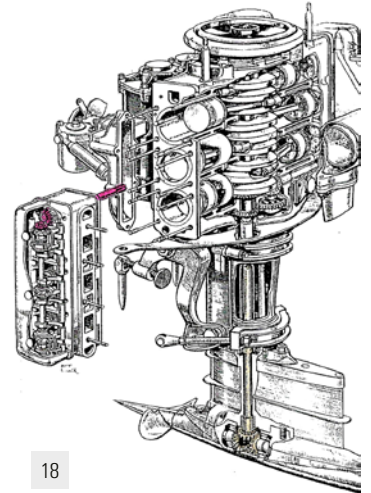


16

- 14. Wolseley Hornet met wormwiel (1930-1936) - automotor.
- 15. Austro-Daimler Engine 1917 - '18 Type - vliegtuigmotor.
- 16. Sunbeam 'ARAB' engine (1916) - vliegtuigmotor.
- 17. Delahaye DOHC Titan (1905). - scheepsmotor
- 18. (Ricardo) Soriano Outboard Racing Engine 987cc-zescilinder boxer (1933). - scheepsmotor



17



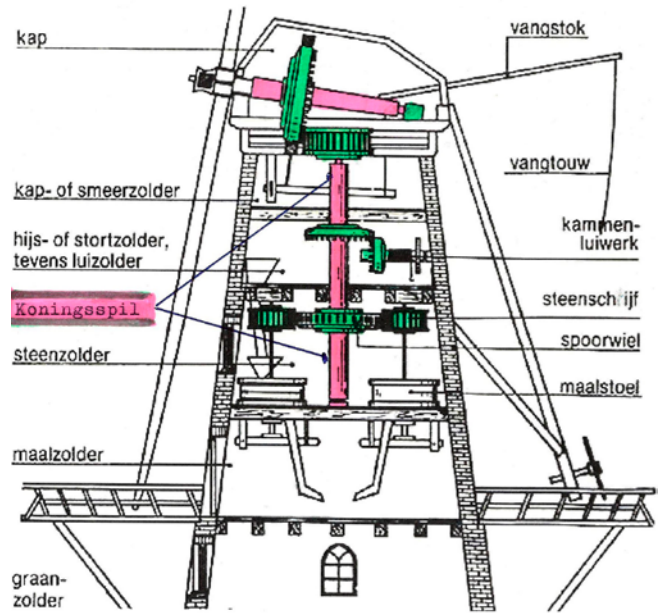
18

Die Delahaye koningsas zal wel de grootste ooit zijn in die manshoge scheepsmotor.

Het begrip koningsas komt overigens uit de molenbouw. Daar wordt deze ook wel koningsspil genoemd en heeft betrekking op de (bijna) haakse overbrenging van de horizontale as boven in de molen, waar de wieken aan vast zitten, naar de (zuiver) verticale as onder in de molen, waar de molenstenen aan vast zitten. Bij de molen gaat de overbrenging (energie) van boven naar beneden. Bij de motor van onder (krukas) naar boven (nokkenas).

Wat is er dan wel zo bijzonder aan de koningsas van Dr. T.? Eigenlijk helemaal niets, of het zou moeten zijn dat de Ducati-kegeltandwielen (bevel gears) geen rechte vertanding (straight gears) zoals destijds bij de meeste motoren, maar een gebogen vertanding (spiral gears) hebben. (Afb. 20 en 21) Dat was mogelijk, omdat de in 1944 platgebombardeerde Ducatifabriek na de oorlog nieuwe, state of the art, metaalbewerkingsmachines had aangeschaft. Met de spiral gears zou er minder geluid (whining) geproduceerd worden, maar deze hadden vooral ook een betere 'load carrying capacity'. Met relatief kleine tandwielen konden toch grotere krachten worden overgebracht. Overigens, in de USA bestond die machinerie al langer. Harold Wills gebruikte al spiral gears in zijn Wills St. Claire V-8 begin 20'er jaren. (Afb. 22 en 23)

De International Patent Classification hanteert ook een code voor de koningsasdistributie: F01L1/344 met de tekst: 'changing the angular relationship between crankshaft and camshaft e.g., using helicoidal gear.'



19

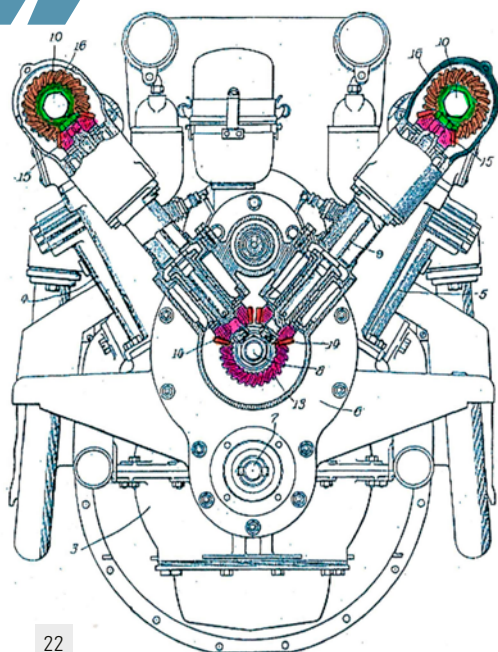


20

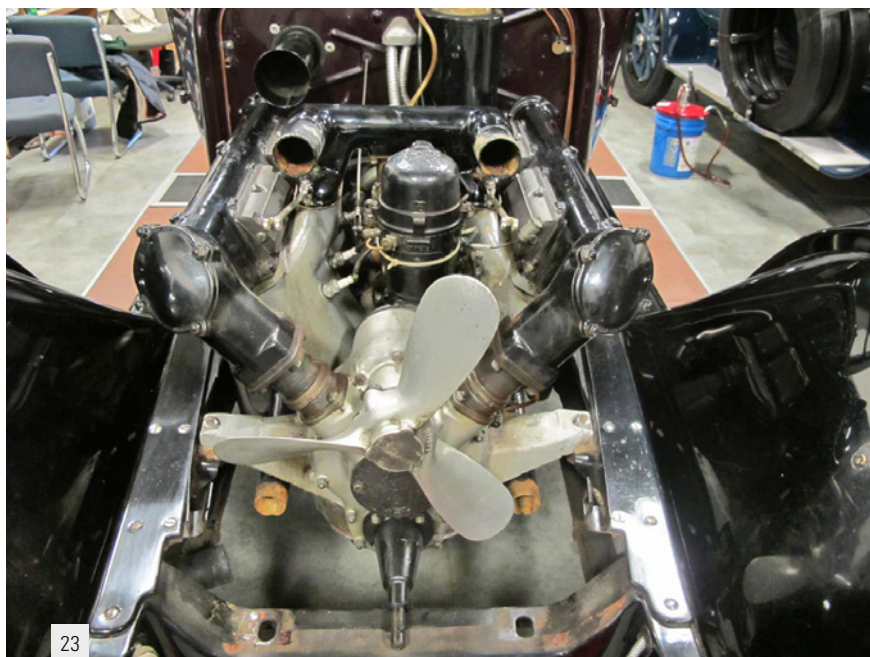


21

- 19. Inwendige overbrenging van een stellingmolen.
- 20. Rechte vertanding.
- 21. Schuine 'spiraal' vertanding.



22



23

22-23 Wills St. Claire V8 met spiral bevel gears koningsasaangedreven SOHC.

24. Opengewerkte schakelkast als museum-collectiemodel opgenomen. Bij deze W-40 Yamaha buitenboordmotor zorgt een haakse overbrenging onderin voor de draaiing van de propeller (schroef). De draaiing van de as gebeurt bovenin door een tweetakt parallel-twin. M.b.v. een schakelstang (de dunne links) kun je de motor bij de kegeltandwielen in de vooruitgang, in de vrijloop of in de achteruitgang zetten.

Productie-aantallen

Ducati Meccanica en het Spaanse Mototrans Ducati hebben hoogstwaarschijnlijk verreweg de meeste koningsassers geproduceerd. Mototrans produceerde in licentie voornamelijk eencilinder Ducati's van 1957 – 1983. Productieaantallen zijn mij van Mototrans niet bekend, maar omdat Ducati in Spanje één van de bestverkopende merken was, moeten er in die lange periode toch heel wat koningsassertjes van 'de band' zijn gelopen. Ik heb berekend [2] dat er zo'n 100.000 eencilinders en 33.000 V-twins door Ducati Italië zijn geproduceerd. Doen we er 17.000 van Mototrans bij, dan komen we grofstoffelijk op zo'n 150.000 koningsassers. De koningsas-typen van de ± 100 andere motorfietsmerken die ik aan het inventariseren ben, zijn in het algemeen in veel kleinere oplagen gemaakt. Alleen van de Kawasaki W 650/800, die nog steeds te koop is, zullen aanzienlijke aantallen zijn geproduceerd.

Voor- en nadelen koningsassen

Voordelen: Betrouwbaarheid en economie (kosten), 100.000 km zonder enig onderhoud (behalve regelmatig olie verversen dan) is geen bijzonderheid. Geen omkijken naar. Last not least de 'Sexy' looks!

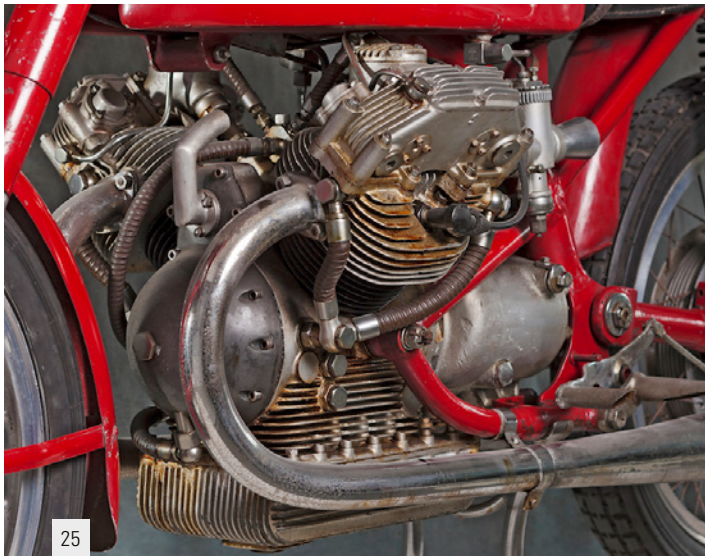
Nadelen: Kostbaar in productie, het onderdelen produceren en zeer zorgvuldige, tijdrovende (uitshimmen) fabrieksmontage en later werkplaats'gesleutel'. Het is ook een lawaaiig systeem (veel kogellagers en tandwielen). Vergrote kans op olie lekkage. Vanwege aangescherpte geluidsnormen en kostenaspect (calculatie) van het toneel verdwenen. Momenteel alleen nog door Kawasaki toegepast.

Summier overzicht

Met de behandeling van alle geïnventariseerde systemen zou een heel dik boek te vullen zijn. Ik heb het voor hier maar even gelaten bij een summier foto-overzichtje (als hiervoor al weergegeven). Verder heb me beperkt tot de koningsassers met bevel-gears. Er zijn ook uitvoeringen met wormwielaandrijving (Jawa); face-cam (Chater-Lea) en Aspin motoren en het bijzondere systeem van de Packer Board Track Racer.



24

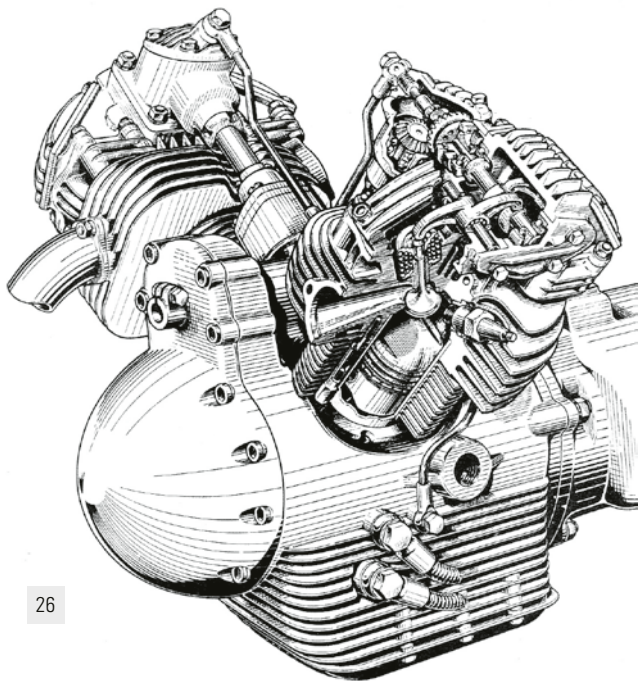


25

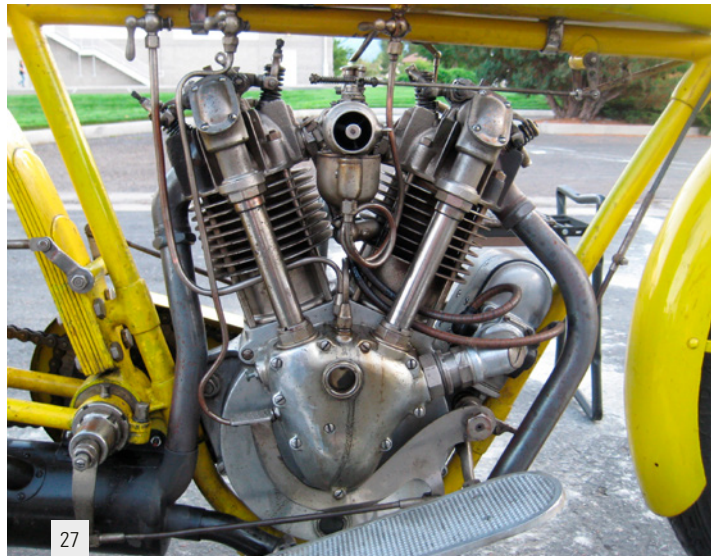
Tot slot wil ik slechts twee uitzonderlijke merken nog even onder de aandacht brengen; Cycloon en Lambretta.

De Lambretta twin, een prachtig blok waar Dr. T. ook wel aandachtig naar gekeken lijkt te hebben.

De Cyclone werd geproduceerd door Joerns Motor MFG CO. Minnesota USA. Deze firma is de aanvrager van een US-octrooi (13 november 1914) dat op 22 februari 1916 werd toegekend. De uitvinder was Andrew Strand. Het bijzondere aan deze uitvoering is de gebruikmaking van een enkele, lange centrale koningsas vanaf de krukas. Op deze as zit het kegeltandwiel voor de lager gelegen 'aftapping' van de achterste koningsas. Iets hoger zit de tandwiel-verbinding voor de Magneet (zie ook afb 28). <<



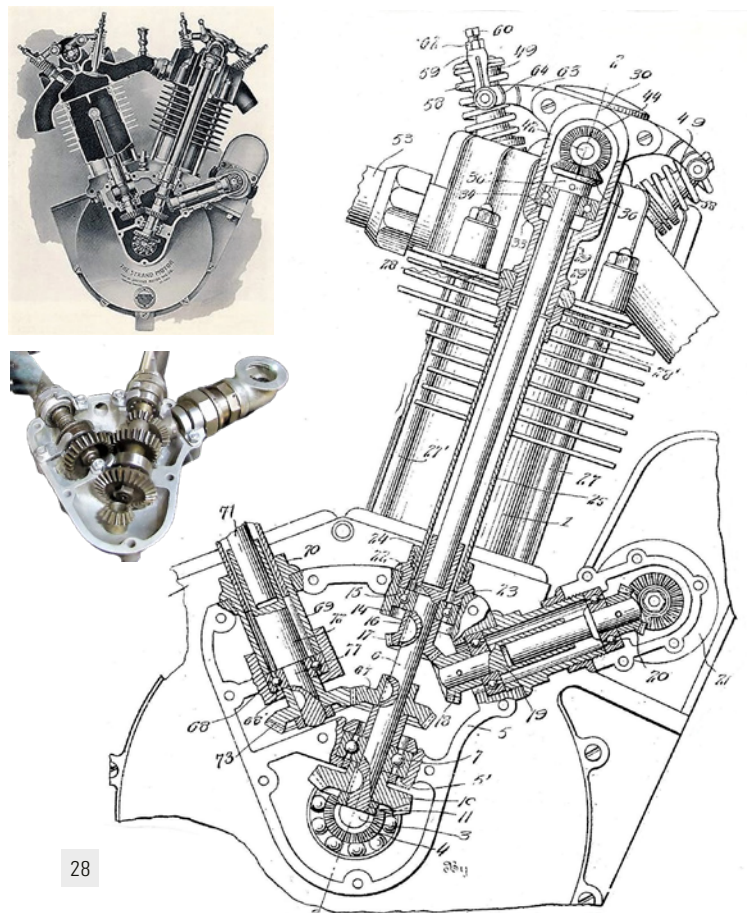
26



27

25 - 26 Lambretta twin 250 OHC GP racer (1951). [Foto Phil Aynsley]

- 27. Het prachtige koningsassenblok van de Cyclone met rechtsonder de aftakking voor de magneet.
- 28. Patenttekening van de Cyclone met de uitwerking van de rechter (voorste) cilinder. Op de kleine inzetjes linksboven; een opengewerkte tekening en fraai inkijkje.

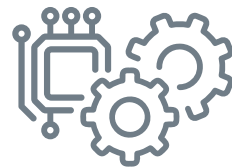


28



Gebruikte literatuur:

1. *Ducati Service Repair Handbook 160, 250, 350, 450 through 1974 Clymer Publication (cop. 1974).* Opvolger van het eerder uitgegeven *Ducati Owner's Handbook and Workshop Manual OHC Motorcycles.*
2. *Ducati van Luc Freson, cop. 1998.*



The 'Hunting Tooth'

Uitgewerkt voor een squarecase koningsasser

Hunting tooth is de Engelse benaming van een 'verhoudingstruc' in het aantal tanden tussen twee tandwielen om te voorkomen dat telkens dezelfde tanden in aangrijping zijn. Er wordt steeds na één of meerdere omwentelingen een volgende tand (of aantal tanden) 'voorbijgestoken'. In het Duits wordt dit omschreven als 'überholender Zahn', in het Nederlands als 'ingehaalde of voorbijgestoken tand'. Of 'a-synchrone ingrijping', mogelijk nog beter 'a-synchrone aangrijping'. (Deze laatste zijn zelf bedachte termen, misschien is er iemand die de juiste Nederlandse benaming kent of iets beters weet te bedenken?)

DOOR HENK CLOOSTERMAN

Het wordt toegepast om slijtage evenredig over alle tanden te verdelen en daarmee de levensduur te verlengen. Het werkt ook geruis-reducerend. Dit wordt niet alleen bij koningsassen, maar ook in bijvoorbeeld versnellingsbakken en andere situaties gebruikt.

De 'timing marks' (witte stippen) op de twee bovenste kegeltandwielen moeten uiteraard bij montage tegenover elkaar liggen (in elkaar passen). In de praktijk blijkt dat ze pas na precies vier omwentelingen weer opnieuw tegenover elkaar komen te staan (zie foto's). Elke omwenteling van het rondsel (kleinste ho-

rizontale tandwiel) geeft het grotere tandwiel (kroonwiel op de nokkenas) een $\frac{3}{4}$ omwenteling.

De tandenverhouding is: $21 : 28 = 3 : 4$ ($3 \times 7 : 4 \times 7$). Om deze bovenin bestaande verhouding onderin te corrigeren (om een gelijke $1 : 1$ verhouding te krijgen), zal het recht vertande tandwiel op

Tandwielen (de basis)

(aanvulling redactie)

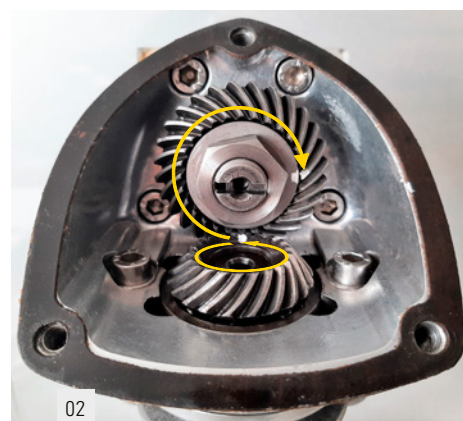
Het doel van een tandwieloverbrenging is in de basis om een draaiende beweging over te brengen van de ene as op een andere. Door de omtrek van de (tand)wielen ten opzichte van elkaar te veranderen (verhouding in de overbrenging), verandert verhoudingsgewijs ook de snelheid en de trekkracht. Bij een tandwieloverbrenging is die verhouding gelijk aan het aantal tanden per wiel.

Bij versnellingsbakken wordt hier slim gebruik van gemaakt. De overdracht van energie kan natuurlijk ook door tussenkomst van een ketting of getande riem, waarmee het aantal tanden nog steeds de verhouding bepaalt.

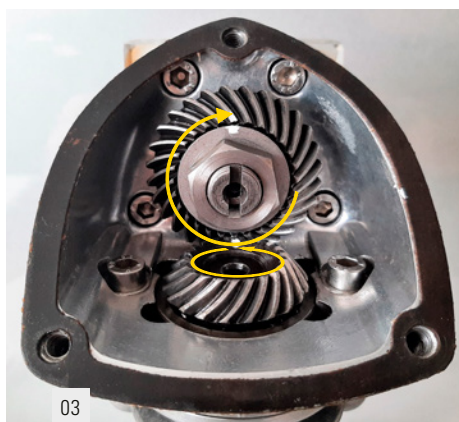
Bij een viertaktmotor zal uiteraard voor een volledige arbeidscyclus de krukas twee omwentelingen maken (zuiger gaat immers tweemaal op en neer) ten opzichte van een enkele omwenteling van de bovenliggende nokkenas (een inlaatklep opent en sluit slechts één keer, net als een fractie later de uitlaatklep). Uiteindelijk zal de tussenliggende overbrenging dus een verhouding van 2:1 moeten hebben.



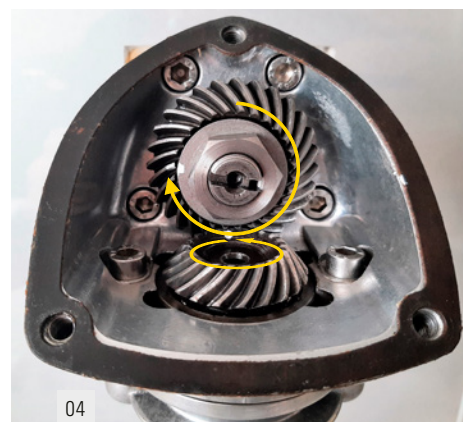
01



02



03



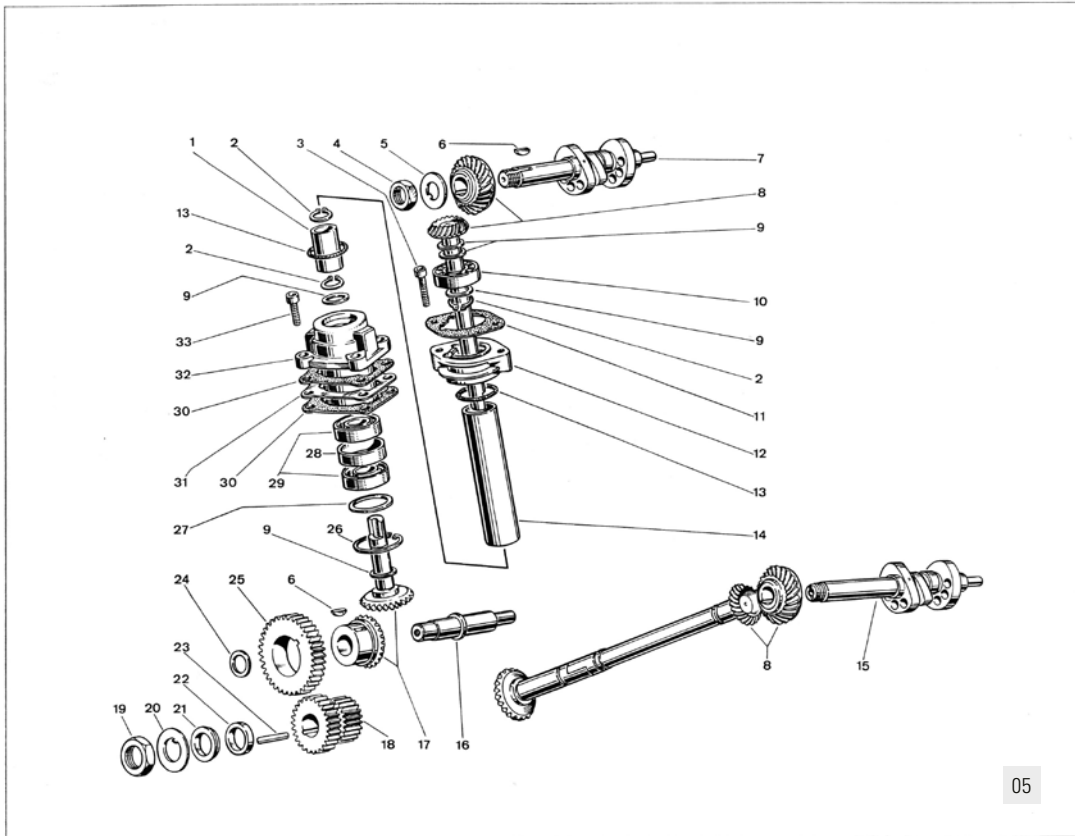
04

01 Start- en eindpositie.

02 Positie na eerste omwenteling rondsel.

03 Positie na tweede omwenteling.

04 Positie na derde omwenteling.



05 Afbeelding uit de Catalogo Ricambi (Spare Parts Catalogue) Ducati SD 900 'DARMAH'.

06 Foto gemonteerde situatie (tandwielen 18, 25 en 1 deel 17 uit afb. 05).

07 Aantal tanden van alle tand- en wormwielen.

de krukas een andere verhouding moeten hebben dan $1 : 2$! Bekend wordt verondersteld dat de nokkenas het halve toerental van de krukas draait, het is immers een viertakt. Die verhouding, of het aantal tanden van dat tandwiel, staat 'toevallig' niet in de beide onderdelenboeken vermeld, maar is wel zelf te berekenen.

Nummer 18 in afbeelding 5 (uit de Spare Parts Catalogue van de 900 SD 'Darmah') is de 'Ingranaggio comando distribuzione pompa'. Dit is een gecombineerd tandwielpaar waarvan het kleinere, achtergelegen tandwiel de oliepompe aandrijft. Het voorste, grotere tandwiel, dat op de krukas zit (!) - en helaas niet apart wordt gecodeerd - drijft links het 36-tands rechtvertande tandwiel (nr. 25) van de achterste cilinder aan. En tevens drijft hij aan de rechterkant gelijktijdig het grote 36-tands tandwiel van de voorste cilinder aan (is niet afgebeeld). In beide grote tandwielen (nr. 25) zit dan met een spietje geborgd het verticale kegeltandwiel (nr. 17) dat het horizontale kegeltandwiel (ook als 17 gecodeerd, want een paar) aandrijft.' Zie ook afb. 6.

Bij een $1 : 2$ verhouding zouden deze dus 18 tanden moeten krijgen. Maar om de $3 : 4$ verhouding bovenin te compenseren, moet het krukastandwiel (nr 18. - de voorste) dus $18 : 3 \times 4 = 24$ tanden hebben. En dat blijkt ook zo te kloppen. In afbeelding 7 is het aantal tanden af te lezen.

In het tijdschrift 'Gear Technology' werd Dr. Hermann J. Stadtfeld de vraag voorgelegd of de hunting tooth een meer academisch fenomeen, of een zinnige praktische applicatie is. In een uitgebreid artikel toont de prof. dat laatste aan.◀◀

Literatuur:

1. Catalogo Ricambi (Spare Parts Catalogue) Ducati SD 900 "DARMAH"
2. The Hunting Tooth and its Effect on Break-In / Dr. Hermann J. Stadtfeld in: Gear Technology / January-February 2021.

