

Continu-remsystemen

E. Gernaat

Samenvatting

Dit hoofdstuk is het 4e hoofdstuk uit het boek 'Luchtverbruikende systemen' (ISBN 978-90-808907-1-8). Op dit werk is de Creative Commons Licentie van toepassing. De gebruiker mag het werk kopiëren onder de volgende voorwaarden:

- de gebruiker dient de naam of andere aanduiding van de maker te vermelden;
- de gebruiker mag het werk of delen hiervan niet voor verdere commerciële doeleinden gebruiken;
- de gebruiker mag het werk niet bewerken.

Inhoudsopgave

1 Continu-remsystemen	2
1.1 Inleiding	2
2 De motorrem	2
3 Retarders	2
3.1 Inleiding	2
3.2 Testprocedures	4
3.3 De hydrodynamische retarders	4
3.3.1 Karakteristieken van retarders	5
3.4 Elektro-dynamische(magnetische) retarders	5
4 Voith automatic transmission (DIWA)	7
5 ZF-intarder	7
5.0.1 Situatie 1 : intarder uitgeschakeld, stuurkolomchakelaar in de nulstand.	9
5.0.2 De werking van het volumeregelventiel	9
5.0.3 De werking van het proportioneelventiel	10
5.0.4 Situatie 2: het inschakelmoment van de intarder	11
5.0.5 Situatie 3: de ingeschakelde retarder	12
5.0.6 Het vrijloopkoppelreduceersysteem	12

5.0.7	Situatie 4: het uitschakelen van de intarder	13
5.1	Overige componenten en deelsystemen	14
5.1.1	Regeling via de CAN-bus	14
6	Vragen en opgaven	16

1 Continu-remsystemen

1.1 Inleiding

Continu-remsystemen zijn remsystemen die gebruikt worden voor langdurige afremmingen zoals die in de bergen kunnen voorkomen. Ze worden derhalve ook wel duurrem-inrichtingen of secundaire remsystemen genoemd. Deze systemen ontlasten de bedrijfsrem, zijn niet aan slijtage onderhevig en zijn vooral bij bedrijfswagens in verband met het grote gewicht (massa) gewenst. Immers, volgens $F = m \times a$ is het totaalgewicht van doorslaggevende betekenis voor de remkrachten die moeten worden ontwikkeld. De continu-remsystemen kunnen worden verdeeld in:

- motor- of uitlaatremmen;
- retarders.

Beide groepen kunnen weer worden onderverdeeld.

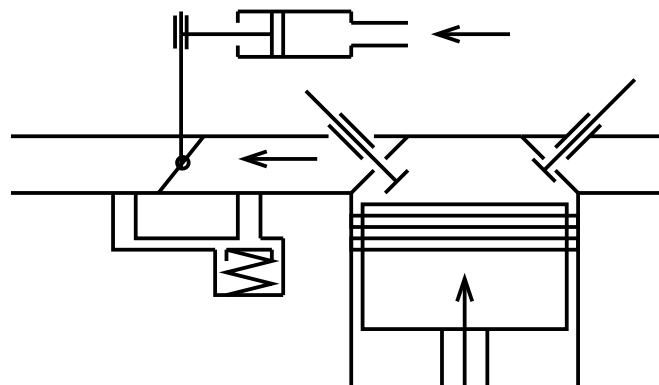
2 De motorrem

Bij de motorrem gaat de transmissie de motor aandrijven. Door het ontbreken van een gasklep zal een Dieselmotor minder willen afremmen dan een benzinemotor. Door nu een klep in het uitlaatgedeelte aan te brengen kan de afremwerking worden vergroot. Vergelijk: de natuurlijke afremming van een motor is sterk afhankelijk van het slagvolume en bedraagt ongeveer 5-7 kW/l. Met een klep in de uitlaat loopt het remvermogen op tot 15-20 kW/l. Het motorrem-systeem wordt veel aangetroffen en kan ook in combinatie met andere rem-inrichtingen worden toegepast. De bestuurder bedient deze uitlaatklep vanuit de cabine. Dit gebeurt meestal pneumatisch. Tijdens de uitlaatslag loopt nu de druk sterk op waardoor het voertuig wordt afgeremd. De motorrem dient hoog in het toereengebied te zitten. Een (by-pass) constructie is nodig om te voorkomen dat de uitlaatdruk te groot wordt (fig. 1). Dit is ongeveer bij 5 bar. Als beveiliging kan men ook het draaipunt van de uitlaatremklep uit het midden plaatsen. Bij toepassing van een automatische versnellingsbak kan de bak ook zelf terugschakelen. De werking van de motorrem kan worden versterkt door aan het einde van de compressieslag de uitlaatklep open te zetten.

3 Retarders

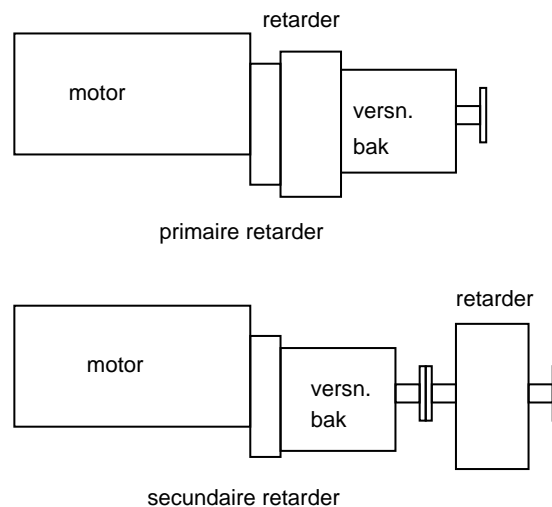
3.1 Inleiding

Retarders zijn slijtagevrije continu-remmen die het bedrijfsremsysteem ontlasten. De veiligheid wordt hierdoor vergroot en de remslijtage wordt verminderd. Retarders zijn aparte remmen en kunnen tussen de motor en de versnellingsbak worden geplaatst of na de versnellingsbak. We spreken dan van een primaire (tussen motor en versnellingsbak) of een secundaire retarder. Primaire



Figuur 1: Principe-opstelling van de motor- of uitlaatem

retarders onderbreken de remwerking tijdens het schakelen zodat deze zich beter laten combineren met automatische transmissies. De secundaire retarders worden weer onderscheiden in retarders die één geheel vormen met de versnellingsbak en de zogenaamde vrij te installeren versies (fig. 2). Ook zijn er afwijkende maar interessante constructies zoals de automatische DIWA.3-versnellingsbak van Voith waarin een koppelvormer wordt gebruikt die ook dienst doet als retarder. Zie het betreffende hoofdstuk. Vanuit de retarders on-



Figuur 2: Verschil in opstelling tussen een primaire en een secundaire retarder

derscheiden we:

- hydrodynamische retarders;
- elektrodynamische retarders (Telma-rem).

De werking van de hydrodynamische retarders berust op het principe van de hydraulische koppeling (Föttinger-koppeling) terwijl de elektrodynamische re-

tarders wervelstroomremmen zijn. Een goede retarder met een goede bestuurder kan ongeveer 90% van alle remsituaties overnemen. Ook kunnen retarders opgenomen worden in het remmanagement systeem van het voertuig. Er wordt dan gebruikt gemaakt van de CAN-bus. Fabrikant ZF spreekt bijv. van een intarder (geïntegreerde retarder).

3.2 Testprocedures

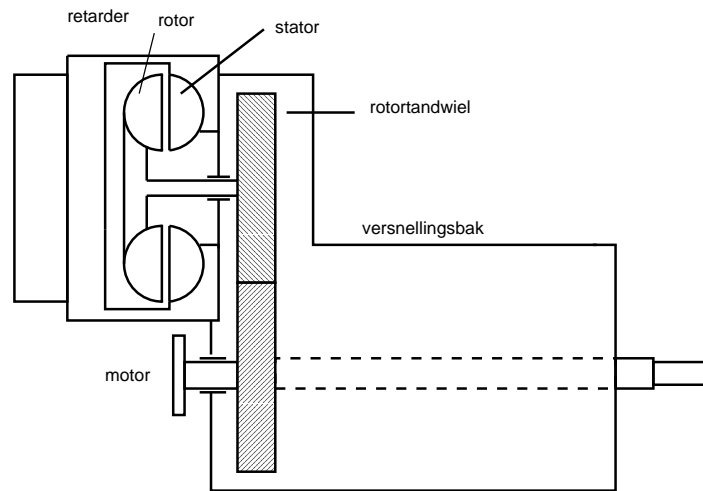
Belangrijke spelers op het gebied van de retarders zijn: Daimler Chrysler, Iveco, MAN, Telma, Voith Turbo en ZF. Retarders worden beoordeeld op hun prestaties. Om de prestaties te kunnen meten wordt gebruik gemaakt van een standaardtest. De downhill-test van Iveco gaat uit van:

- het maximale gewicht van het voertuig of combinatie;
- een snelheid van 30 km/h;
- een neerwaartse helling van 6 %;
- een hellingsrit van 6 km.

Uiteraard mag gedurende deze test de bedrijfsrem niet worden gebruikt. Andere gebruikte testprocedures zijn de sleeptest (MAN) en uiteraard een test op een vermogensbank waarbij de rollen worden aangedreven.

3.3 De hydrodynamische retarders

Het principe is eenvoudig. Het systeem is parallel aan de aandrijfas bevestigd. Twee schoepenwielen zijn tegenover elkaar geplaatst: een rotor en een stator. Tussen de kamers bevindt zich olie. De rotor staat bijv. door een tandwielstelsel in verbinding met de aandrijfas. De stator is bevestigd aan het retarderhuis (fig. 3). De rotor die door de aandrijfas wordt aangedreven versnelt de olie die weer wordt afgeremd door de stator. Dit op zijn beurt remt de rotor af en daardoor het voertuig. Het afremvermogen wordt omgezet in vloeistofsnelheid (kinetische energie) die even later in de stator in warmte wordt omgezet. Er zal dus gekoeld moeten worden. De warmte wordt meestal via een warmtewisselaar aan het motorkoelwater afgestaan. De olie van de versnellingsbak en de koppelomvomer kunnen, maar behoeven niet gescheiden te zijn. De temperatuur van de retarderolie kan oplopen tot boven de 220^o C. Olieerversen geschiedt gemiddeld om de 300.000 km. Het systeem is regelbaar door de hoeveelheid olie naar de retarder aan te passen. Dit gebeurt met de hand of met het rempedaal. De overbrenging is vaak elektro-pneumatisch. Meestal gaat het om een meerstandenschakelaar waarbij een vaste rijnsnelheid tijdens afdalingen kan worden ingesteld (V-constant functie). Wanneer we geen olie toelaten is de retarder buiten werking. Een rijprogramma kan met behulp van een computer worden ingesteld. De computer regelt dan voortdurend de hoeveelheid olie naar de retarder. In plaats van retarderolie kan ook water worden gebruikt (Aquatarder). In dit geval maakt de retarder deel uit van het koelcircuit van de



Figuur 3: Opstelling hydrodynamische retarder

verbrandingsmotor. De rotor wordt bij dit systeem aangedreven door de krukas van de motor.

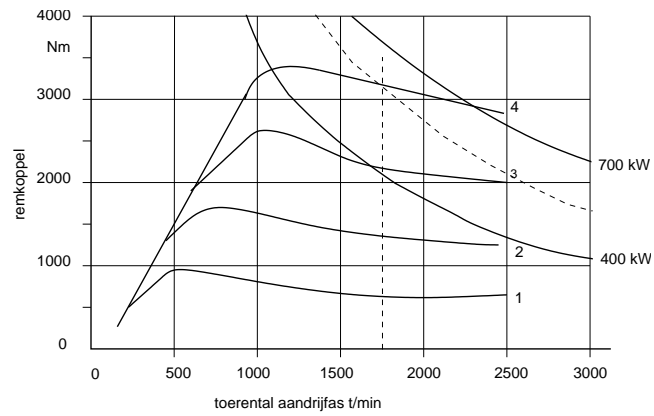
3.3.1 Karakteristieken van retarders

De prestatie van een retarder wordt met behulp grafiek weergegeven. Gebruikelijk is om de snelheid van de aandrijfvas uit te zetten tegen het remkoppel. Wanneer we gebruik maken van een meerstandenschakelaar dan kunnen we de prestatie in elke stand weergeven (fig. 4). Omdat we te maken hebben met toerentallen en koppels kunnen we het remvermogen uitrekenen en weergeven. In deze grafieken zien we dan meestal ook het remvermogen in kW afgebeeld. Wanneer we aan de vermogenlijnen, evenwijdige lijnen trekken op gelijke afstanden dan kunnen we de vermogens tussen de 400 en 700 kW verder indelen. Voorbeeld aflezing:

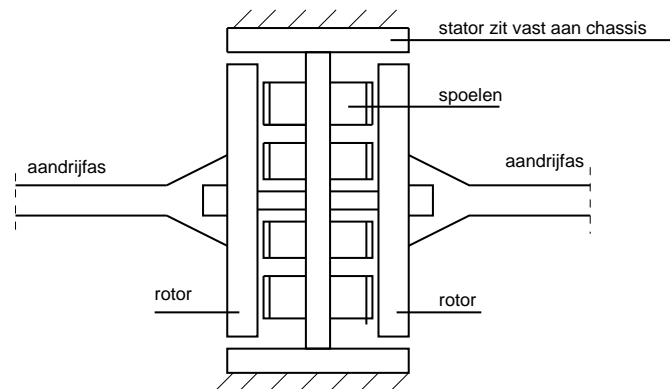
In de stand 4 wordt een remkoppel van 3200 Nm geleverd. Dit vinden we in de grafiek terug bij een toerental van ongeveer 1750 t/min. Het remvermogen bedraagt dan: $P = M \times 2\pi \times n = 3200 \times 6,28 \times (1750/60) = 586 \text{ kWatt}$.

3.4 Elektro-dynamische(magnetische) retarders

Bij dit systeem dat ook bekend staat onder wervelstroomrem of telma-rem (genoemd naar de fabrikant) bestaat de stator uit een schijf met spoelen. Op de aandrijfvas zijn schijven bevestigd die zich aan beide zijden van de spoelen bevinden. Op deze schijven zijn koelribben of ventilatoropeningen aangebracht. Fig. 5 laat de opstelling zien. Wanneer er geremd moet worden dan wordt er een stroom door de spoelen gestuurd waardoor er een magnetisch veld ontstaat. In de rotoren worden dan wervelstromen opgewekt. Het opwekken



Figuur 4: De prestatie van een retarder wordt weergegeven in een grafiek.



Figuur 5: Componenten van de elektromagnetische retarder

van deze stromen doet de schijven zwaarder draaien. Dit is het remeffect. De elektromagnetische rem wordt als axiaalretarder gemonteerd tegen het chassis waarbij de rem dan meestal de centrale lagering van de aandrijf-as vervangt. Ook kan deze retarder als vast onderdeel tegen de versnellingsbak aan zijn gemonteerd. De rem laat zich bedienen door de grootte van de stroom door de spoelen te veranderen. Men onderscheidt wel drie verschillende bedieningsopstellingen:

1. Handbediening met een hendel vanuit de stuurkolom of ingebouwd in het instrumentenpaneel. Gebruikelijk zijn 5 standen te weten
 - stand 0: retarder uitgeschakeld;
 - stand 1: 25% retarder werking;
 - stand 2: 50% retarder werking;
 - stand 3: 75% retarder werking;
 - stand 4: maximum remeffect;
 - Extra posities voor bergafinstelling.
2. Automatische bediening; Automatische bediening houdt in dat de retarder werkt op het voetrempedaal. Bij het intrappen van het rempedaal wordt eerst de retarder actief. Na drie retarder-trappen komt de bedrijfsrem pas in werking;
3. Geïntegreerd met het voertuigremstelsel als ABS of EBS.

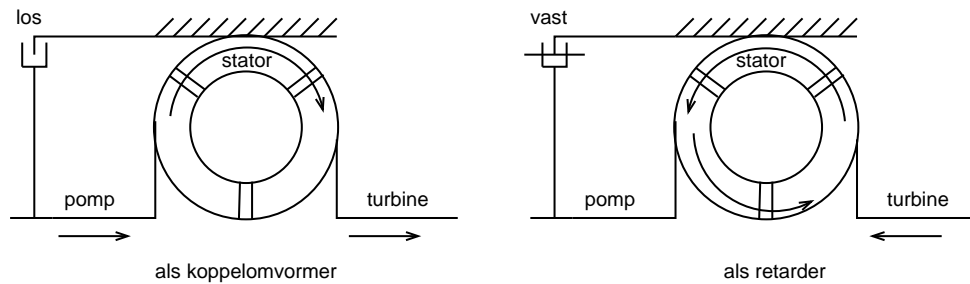
4 Voith automatic transmission (DIWA)

Deze automatische vier versnellingsbak bestaat uit vier planetaire tandwielstelsels waartussen een koppelvormer is geplaatst. De koppelvormer werkt tevens als retarder. In de 1e versnelling wordt door de koppelvormer een powersplit gerealiseerd. In de achteruitversnelling werkt de koppelvormer 'klassiek'. In de 2e en 3e versnelling wordt de koppelvormer niet gebruikt (uitgeschakeld). Bij het afremmen op de motor (2e tot en met de 4e versnelling) wordt de koppelvormer als retarder gebruikt waarbij het pomp- en het turbinewiel van functie wisselen. Het pompwiel wordt dan vast gezet. Fig. 6 geeft de principe-opstelling weer van de koppelvormer in de functie als koppelvormer en als retarder.

5 ZF-intarder

De ZF intarder zoals bij DAF wordt toegepast is een hydro-dynamische retarder met als hoofdfuncties:

- afremmen tijdens normaal remmen en bij afdalingen zonder gebruik te maken van de bedrijfsrem;
- het handhaven van een ingestelde rijnsnelheid tijdens een afdaling (V-constant functie);



Figuur 6: Principe-opstelling van de koppelvormer als koppelvormer en als retarder

- communicatie met andere voertuigsystemen voor een optimale werking. Het systeem is echter niet gekoppeld aan het cruise-control systeem. Het is de laatst genoemde functie waarom deze retarder de naam van integrated retarder of intarder heeft gekregen. Het systeem bestaat uit:

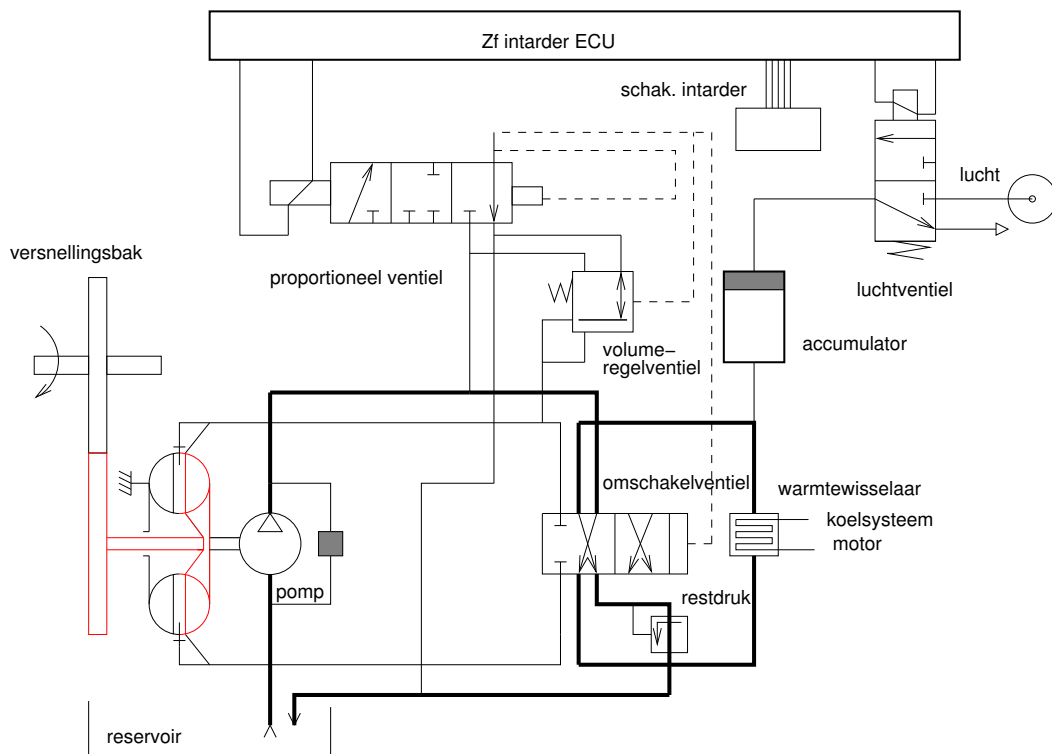
- de intarder-computer;
- een stuurschakelaar voor de bediening van de intarder;
- een oliepomp voor de intarder (en versnellingsbak);
- de intarder zelf, bestaande uit de rotor en stator;
- een proportioneelventiel;
- een omschakelventiel;
- een volumeregelventiel;
- een restdrukventiel;
- een warmtewisselaar;
- een vrijloopkoppel-reduceersysteem;
- een accumulator met luchtventiel.

Wanneer er zich geen olie in de intarder (rotor/stator) bevindt dan is de intarder uitgeschakeld. Door olie toe te laten zal de olie tegen het statorhuis worden geslingerd waardoor de remmende werking ontstaat. De hoeveelheid olie bepaalt de grootte van de remwerking. De druk in het intardercircuit hangt af van de hoeveelheid olie en het toerental. Door nu de druk in het intardercircuit te regelen (meer of minder vloeistof toe te laten) kan de remwerking worden ingesteld. Het proportioneel- en het volumeregelventiel regelen deze zaken. Vanuit de stuurkolom schakelaar en door middel van de intarder-computer wordt het proportioneelventiel van stroom voorzien. De verandering in de stroomsterkte wordt verkregen door pulsbreedte-modulatie. De stroom wordt omgezet in een hydraulische stuurdruk. Er bestaat een lineair verband tussen de grootte van de elektrische stroom en de stuurdruk. De stuurdruk stuurt het volumeregelventiel aan. Het volumeregelventiel staat zowel onder invloed van de stuurdruk als de druk in het intardercircuit. Deze vormen een evenwichtssituatie. Zal bijv. de druk in het intardercircuit teruglopen dan zal extra vloeistof in het intardercircuit worden toegelaten. Wordt de druk te hoog dan zal vloeistof uit het

intardercircuit terugstromen naar het vloeistofreservoir. Fig. 7 geeft de symbolopstelling van het systeem weer. Het betreft de uitgeschakelde stand.

5.0.1 Situatie 1 : intarder uitgeschakeld, stuurkolomschakelaar in de nulstand.

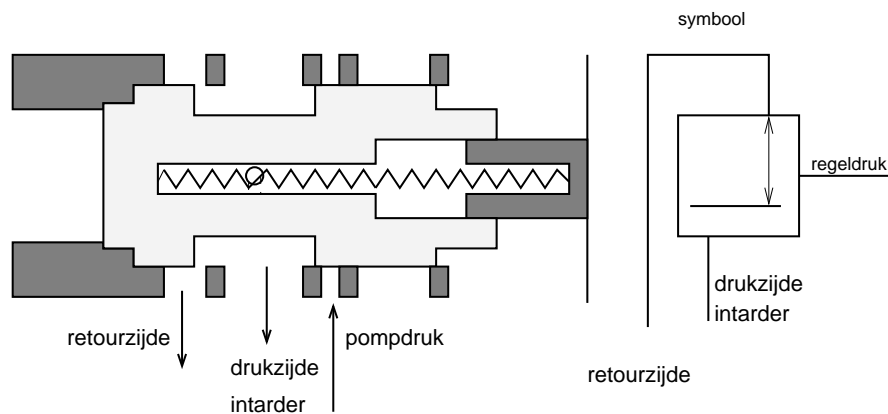
Het proportioneelventiel is niet bekrachtigd, waardoor er geen druk in het retardercircuit is en ook geen olie. De olie wordt nu rondgepompt vanuit de olie-pomp via het omschakelventiel door de warmtewisselaar en weer terug door het omschakelventiel naar het reservoir (dik getekende lijnen). De druk wordt door het restdrukventiel op maximaal 1,5 bar gehouden waardoor de accumulator zich tot deze druk vult.



Figuur 7: Opstelling van de intarder-componenten. Intarder uitgeschakeld. Geen olie in het intardercircuit, de pomp pompt de olie door de warmtewisselaar.

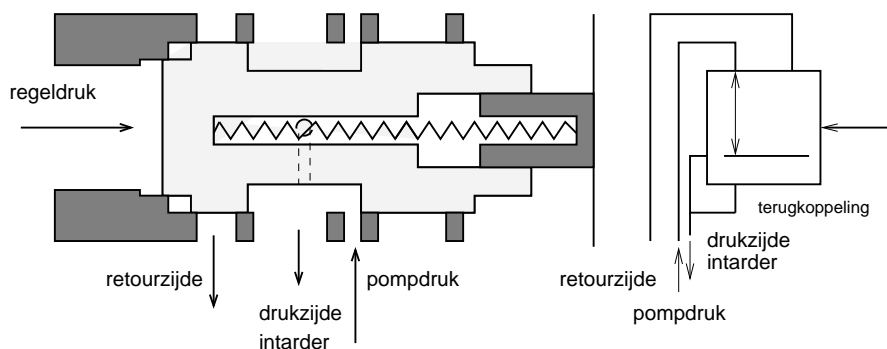
5.0.2 De werking van het volumeregelventiel

In fig. 8 staat het volumeregelventiel (zie ook fig. 7) in de ruststand getekend. De veer drukt beide plunjers uit elkaar waardoor de pompdrukopening is afgesloten en de drukzijde van de intarder en de retourzijde met elkaar in verbinding staan (fig. 8). De intarder is drukloos. Door een regeldruk vanaf het proportioneelventiel schuift de plunjer tegen de kracht van de veer in naar rechts



Figuur 8: De drukzijde van de intarder staat in verbinding met de retourzijde.

waardoor de verbinding met de pomp en de intarder-drukzijde tot stand komt. De retourzijde wordt afgesloten (Fig. 9). Omdat nu de druk in het intardercir-

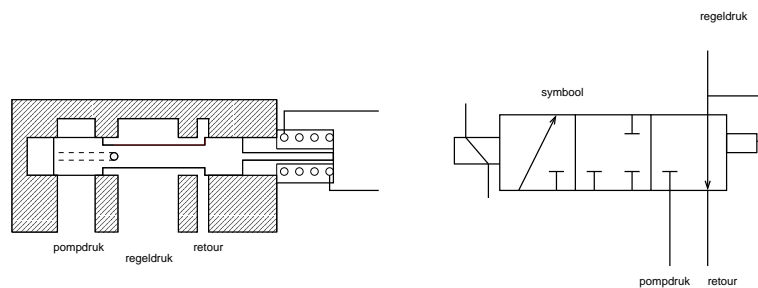


Figuur 9: De regeldruk schuift de plunjer naar rechts, waardoor de pomp de intarder kan vullen.

cuit gaat oplopen wordt de pompdrukopening weer afgesloten. Via de interne boring kan de intarderdruk ook in de ruimte van de veer komen waardoor, tegen de regeldruk in, de plunjer weer teruggedrukt wordt. Er ontstaat een evenwichtstoestand tussen de regeldruk en de intarderdruk. Of anders gezegd bij een bepaalde regeldruk behoort een bepaalde intarderdruk en dus remwerking.

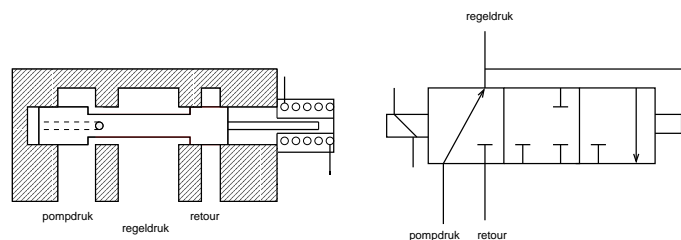
5.0.3 De werking van het proportioneelventiel

Op min of meer dezelfde wijze werkt ook het proportioneelventiel. Een elektrische stroom wordt omgezet in een stuurdruk. Het verband tussen de grootte van de elektrische stroom en de stuurdruk is rechtevenredig of proportioneel. In fig. 10 zien we het ventiel afgebeeld wanneer het systeem buiten werking is. Er is geen regeldruk mogelijk omdat de regeldrukleidingen verbonden zijn met de retour en de verbinding met de pomp is afgesloten. Wanneer er



Figuur 10: Het proportioneelventiel in zijn ruststand. De regeldrukleiding is verbonden met de retour.

vanuit de computer een stuurstroom op de spoel wordt gezet dan wordt de opening naar de pomp vrijgemaakt en de retour afgesloten. Er wordt dan regeldruk opgebouwd. Deze regeldruk bereikt via een boring in de plunjer de linkerkzijde van de plunjer zodat deze zich, tegen de druk in van het magnetische veld, weer wil sluiten. Er treedt een evenwichtssituatie op tussen de regeldruk en de regelstroom. Of met andere woorden: de grootte van de door pulsbreedtemodulatie geregelde stroom bepaald de grootte van de regeldruk (fig. 11).



Figuur 11: Het proportioneelventiel in zijn regelstand. De regeldrukleiding is verbonden met de pomp.

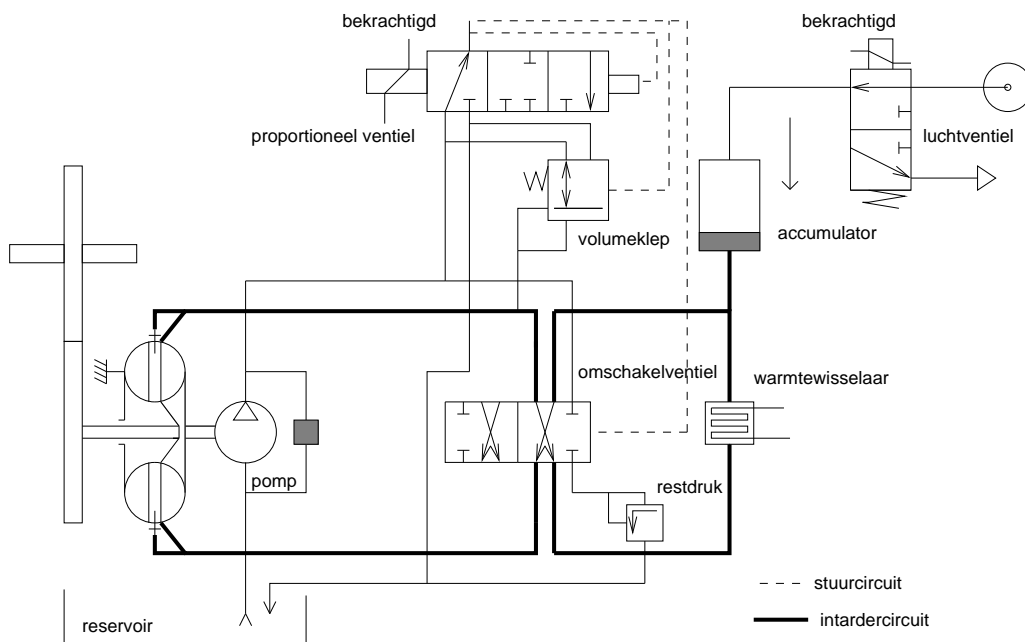
5.0.4 Situatie 2: het inschakelmoment van de intarder

Wanneer we de stuurkolomenschakelaar in een actieve stand zetten dan wordt de intarder ingeschakeld en kan het remmoment worden gekozen. Het proportioneelventiel wordt bekrachtigd. De stroomsterkte door het ventiel bepaald de regeldruk en daardoor het remeffect. Ook het luchtventiel (luchttoevoerklep) voor de accumulator wordt bekrachtigd waardoor luchtdruk (10 bar) wordt toegelaten. De olie vanuit de accumulator wordt nu het intardercircuit ingepompt. De door het proportioneelventiel ingestelde regeldruk stuurt twee relevante ventielen aan. Te weten

- Het omschakelventiel. Dit ventiel verschuift en er ontstaat een zgn. intardercircuit. Zie fig. 12;

- Het volumeregelventiel (volumeklep). Dit ventiel geeft de mogelijkheid om via de pomp olie in het intardercircuit te pompen. De stand van het volumeregelventiel wordt bepaald door de stuurdruk.

De remwerking treedt nu op omdat de olie door de rotor wordt rondgepompt.



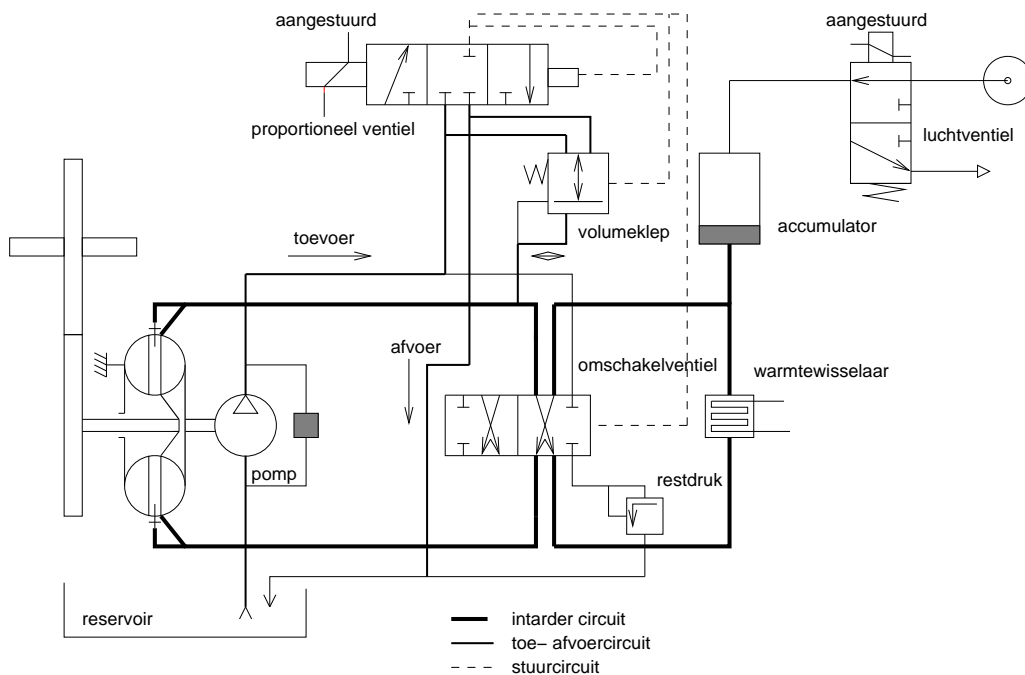
Figuur 12: Intarder ingeschakeld. Olie wordt vanuit de accumulator in het intardercircuit gepompt, de rotor van de intarder pompt de olie rond.

5.0.5 Situatie 3: de ingeschakelde retarder

Wanneer de retarder éénmaal is ingeschakeld ontstaat er een evenwichtstoestand. De elektrische stroom naar het proportioneelventiel zorgt voor een regeldruk. Het volumeregelventiel kan de hoeveelheid olie in het intardercircuit beïnvloeden omdat deze onder invloed staat van de stuurdruk. De druk in het intardercircuit is afhankelijk van het toerental en de vullingsgraad. Wanneer de remwerking door het oplopen van het toerental te groot zou worden dan kan het regelapparaat de stroom naar het proportioneelventiel verkleinen. De stuurdruk wordt dan ook kleiner en de volumeklep kan vloeistof naar het reservoir afvoeren. In het andere geval, wanneer de remwerking te klein wordt dan kan vloeistof via de volumeklep weer worden toegevoerd (fig. 13).

5.0.6 Het vrijlooppoppelreduceersysteem

Wanneer de intarder is uitgeschakeld zal er toch nog een zekere wrijving tussen de rotor en de stator van de intarder aanwezig zijn. Dit wordt voornamelijk



Figuur 13: Intarder ingeschakeld. De rotor pompt de olie rond, de remwerking wordt afgeregeld door de volumeklep. Hiervoor wordt olie toe- of afgevoerd.

veroorzaakt omdat de schoepen van de rotor lucht oppompen en deze lucht tegen de stator blazen. Om dit zo veel mogelijk te voorkomen wordt er een metalen ring tussen de rotor en stator gebracht waardoor de verliezen worden verminderd. Wanneer de intarder wordt ingeschakeld dan zorgt de oliedruk van de intarder ervoor dat de ringsegmenten naar buiten worden gedrukt. De oliestroom kan dan ongehinderd passeren waardoor de remwerking maximaal wordt. In de tekeningen wordt dit weergegeven door een dubbele lijn naar de intarder (vullijn en stuurlijn van het vrijloopkoppelsysteem).

5.0.7 Situatie 4: het uitschakelen van de intarder

Vanuit de stuurkolomschakelaar kan de intarder worden uitgeschakeld. De spoelbekrachtiging van het proportioneelventiel en het luchtventiel valt dan weg. Hierdoor valt de stuurdruk van het omschakelventiel weg. De accumulator zuigt de olie uit het retardercircuit en wordt weer met olie gevuld. De laatste olie kan via de volumeregelaar wegstromen. Door het wegvallen van de intarderdruk vallen de ringsegmenten naar binnen waardoor het vrijloopkoppelreduceresysteem weer actief wordt. Kortom de situatie van fig. 7 is weer verkregen.

5.1 Overige componenten en deelsystemen

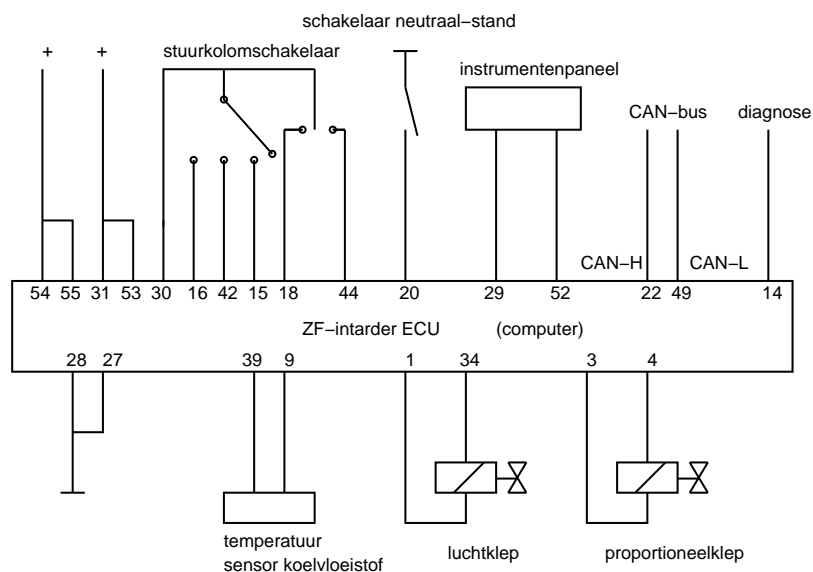
Met behulp van de stuurkolomshakelaar wordt de intarder ingeschakeld. Het systeem kent een ruststand, drie remstanden en een V-constant-functie. In de remstanden onderscheiden we:

- remstand A, 33% van het maximale remkoppel is beschikbaar;
- remstand B, 66% van het maximale remkoppel is beschikbaar;
- remstand C, het maximale remkoppel is beschikbaar.

De V-constant-functie zorgt ervoor dat de voertuigsnelheid op het moment van inschakelen niet wordt overschreden.

5.1.1 Regeling via de CAN-bus

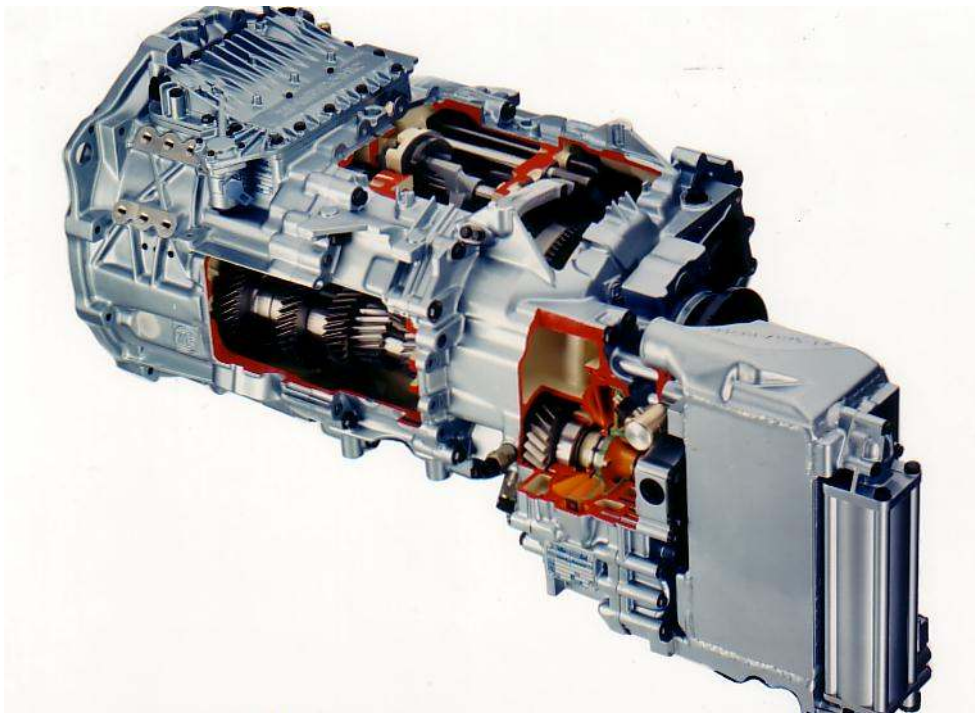
De intarder-computer maakt deel uit van het CAN-netwerk. De computer ontvangt gegevens en zendt gegevens naar andere voertuigcomputers. De voertuigsnelheid wordt bijv. via de CAN-bus verkregen terwijl de intardercomputer op zijn beurt het remmoment op de bus zet. De intarder kan via de CAN-bus worden begrensd of uitgeschakeld door het EBS en/of het ABS-systeem. Ook is de intarder opgenomen als deel van het cruisecontrol systeem. Fig. 14 geeft het elektrische aansluitschema van de intarder. In het schema zien we nog een



Figuur 14: Het elektrische aansluitschema van de ZF-intarder op een DAF

temperatuursensor en een neutraalstand-schakelaar. De temperatuursensor is opgenomen in de uitgaande koelvloeistofleiding van de warmtewisselaar. De neutraalstand-schakelaar geeft door als de versnellingspook in neutraal staat of door de neutraal-positie heengaat. Deze informatie wordt door de retarder gebruikt om het overschakelen te detecteren. Hiermee wordt voorkomen dat

bijv. door het 'gas' bijgeven de V-constant functie wordt uitgeschakeld. Tot slot nog de opstelling van de intarder op een ZF-versnellingsbak. Fig. 15



Figuur 15: Afbeelding van een ZF-versnellingsbak met intarder. Foto ZF Nederland B.V.

6 Vragen en opgaven

1. Een mengselmotor zal van huis uit beter afremmen op de motor dan de Dieselmotor. Verklaar dit.
2. Bereken met welke factor het afremmen op de motor kan worden vergroot wanneer we gebruik maken van de motorrem.
3. Wordt een motorrem beschouwd als een primaire of een secundaire retarder?
4. Welke twee typen retarders worden hier onderscheiden?
5. Waarom zou men bij voorkeur de versnellingsbakolie en de retarderolie van elkaar willen scheiden?
6. Op welke wijze kan men bij een hydraulische retarder het remeffect instellen?
7. Wat verstaat men onder een V-constant functie?
8. Op welke wijze wordt een hydraulische retarder uitgeschakeld?
9. Is de aquatarder een primaire of een secundaire retarder?
10. Bepaal met behulp van de grafiek in fig. 4 het remvermogen van de retarder in stand 3 bij een toerental van 2000 t/min.
11. Wat is zo bijzonder aan de koppelvormer van de Voith-DIWA-versnellingsbak?
12. Wat verstaat men onder een 'powersplit'?
13. Hoe wordt de naam 'intarder' verklaard?
14. Welk circuit wordt door het omschakelventiel tot stand gebracht wanneer de intarder is uitgeschakeld?
15. Wat zal het volumeregelventiel doen wanneer de regeldruk groter wordt dan de druk van de intarder?
16. De drukzijde van de intarder staat in verbinding met de veerruimte van het volumeregelventiel. Wat wordt hiermee bereikt?
17. De stroomsterkte door de spoel van het proportioneelventiel wordt PWM geregeld. Wat wordt hiermee bedoeld?
18. In welke stand zal het proportioneelventiel staan wanneer de evenwichtstoestand is bereikt?
19. Op welke wijze wordt bij het inschakelen van de intarder het systeem met olie gevuld?
20. Welke klep zorgt er nu voor dat de gekozen remwerking constant blijft?
21. Wat gebeurt er met de remwerking wanneer bij dezelfde hoeveelheid retardervloeistof het toerental van de rotor oploopt?
22. Wat wordt beoogd met het toepassen van een vrijlooppoppel-reduceersysteem?
23. Op welke wijze wordt de olie uit het intardersysteem verwijderd bij het uitschakelen van het intardersysteem?
24. Wordt volgens fig. 14 ook gebruik gemaakt van de CAN-bus voor het stellen van de diagnose?
25. Waarvoor dient de schakelaar voor het detecteren van de neutraalstand?

26. Hoe zal het signaal eruit zien dat we meten op pin 3 en 4 van fig. 14?
27. Wat zal er met de voertuigsnelheid gebeuren wanneer we bij een lange constante afdaling een remstand A, B of C selecteren?
28. Wat zal er met de voertuigsnelheid gebeuren (uitgaande van de vorige vraag) wanneer bij dezelfde ingeschakelde remstand A, B of C de afdaling steiler wordt?
29. Wat zal er met de voertuigsnelheid gebeuren wanneer we bij een lange niet constante afdaling de V-constant functie selecteren?
30. Zal de V-constant functie bij elke afdaling onder alle omstandigheden actief zijn? Geef voorbeelden.
31. Wat zal er (logischerwijs) gebeuren wanneer er tijdens het rijden met de V-constant functie wordt gasgegeven?
32. Wat zult u meten op de aansluitpinnen van de neutraalschakelaar wanneer er bijv. teruggeschakeld wordt van de 3e naar de 2e versnelling?