

De pientere bak

Elk zichzelf respecterend trekkermerk levert inmiddels één of meerdere modellen met een traploze transmissie. Handig natuurlijk om altijd op ideale snelheid en het ideale motortoerental te werken. Maar hoe werkt een cvt nu eigenlijk?

Fendt bracht in 1995 als eerste een model uit met een traploze bak, waarbij een mechanische component werd gekoppeld aan een hydraulische. Daarvoor waren er al wel hydraulisch aangedreven trekkers, maar hierbij waren de verliezen groot. Bovendien was de techniek niet geschikt voor kleinere trekkers. De Zuid-Duitse trekkerfabrikant werd al snel gevolgd door Case-IH/Steyr, Deutz-Fahr en John Deere. Alle cvt's werken op basis van één of meer planetaire stelsels, een hydropomp en een -motor. Dat de fabrikanten hiervoor hebben gekozen, is logisch: je kunt ermee van nul naar maximaal, zonder rijkoppeling en zonder dat je hoeft over te schakelen. Daarnaast kun je er een groot koppel mee overbrengen.

Basisprincipe

Het planetair stelsel bestaat uit een ringwiel (5, met binnen en buitenvertanding), drie satellieten (verbonden door een drager (7) naar de wielas) en een zonnewiel (6). Met deze drie variabelen is een cvt te construeren. De krukas van de motor drijft zowel het tandwiel (1) als het zonnewiel aan. Het zonnewiel drijft op zijn beurt de satellieten op de planetendrager aan. Deze satellieten draaien in de vertanding van het ringwiel. Op de vertande buitenkant van dit wiel draait het tandwiel van de hydromotor (4). De kracht die het zonnewiel op de planetendrager uitoefent, kan de planetendrager en het ringwiel in beweging brengen.

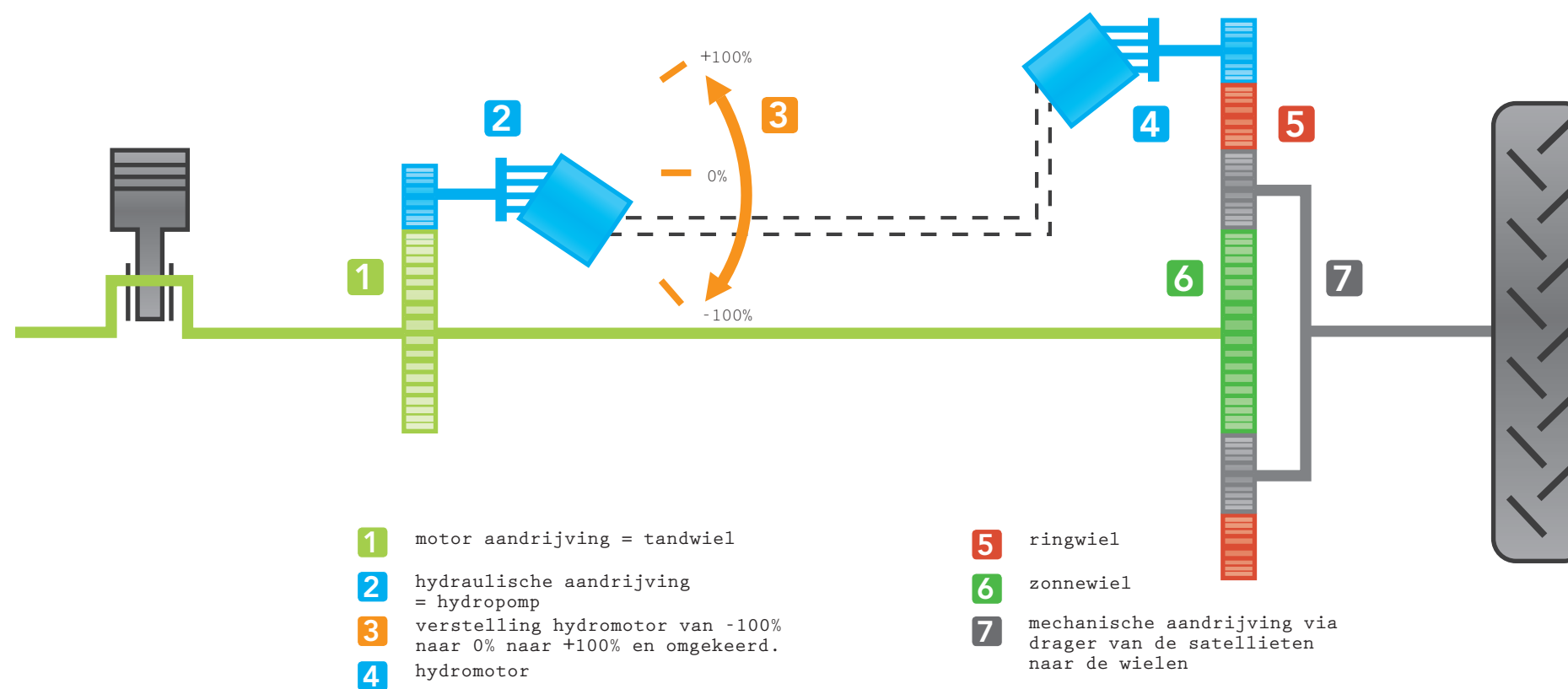
Situatie 1 De hydropomp (2) staat op -100 procent uitslag en levert olie aan de hydromotor. Deze gaat snel draaien en brengt het ringwiel in tegengestelde richting in beweging. Langs de mechanische kant blijft de planetendrager stilstaan en brengen de satellieten het ringwiel in beweging.

De trekker staat stil. Deze werking is te vergelijken door op een loopband tegen de looprichting in te lopen. De band draait en door even snel tegen de draairichting in te lopen, blijft de positie van de persoon op de band hetzelfde. Dit wordt actieve stilstand genoemd. Als de bestuurder vervolgens de stand van de hydropomp wijzigt, daalt de olie-opbrengst en gaat de hydromotor langzamer draaien. Deze motor houdt het ringwiel tegen, waardoor er een kracht ontstaat op het planetenstelsel. Dat gaat draaien en de trekker komt langzaam in beweging.

Situatie 2 Door de hydropomp naar neutraal (0%) te draaien, krijgt de hydromotor geen olie

meer. De hydromotor staat stil en brengt ook het ringwiel tot stilstand. De satellieten wentelen zich af en de planetendrager gaat draaien, met een omtreksnelheid die de helft is van het zonnewiel. In de situatie van de loopband: door de loopband te laten draaien, maar niet te lopen, ga je even snel als de loopband, ofwel ongeveer de helft van de haalbare snelheid.

Situatie 3 Door de hydropomp door te draaien naar de uiterste stand in de andere richting (+100%) wordt de oliestroom naar de hydromotor omgedraaid. De kracht die de hydromotor nu ontwikkelt, brengt het ringwiel in dezelfde richting als het zonnewiel in beweging.



Op het moment dat het toerental van het zonnewiel en het ringwiel gelijk zijn, staan de satellieten stil. De planetendrager draait met hetzelfde toerental als het zonnewiel. De trekker rijdt nu op maximumsnelheid. In de situatie van de loopband: door mee te lopen met de band is de snelheid ongeveer het dubbele van situatie 2 en gaat tot 100 procent.

Bij veel cvt's is niet alleen de hoek van de hydropomp instelbaar, maar ook die van de hydromotor. Door de hoek van de slagplaat te verkleinen, wordt de rijsnelheid nog verder verhoogd.

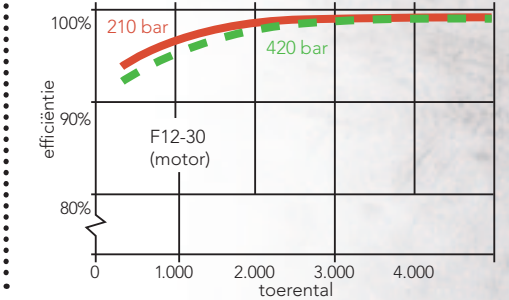
Efficiëntie

De Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) voert sinds jaar en dag trekkertests uit en voelt dus ook al jaren trekkers met cvt-transmissies aan de tand. Het meet dan ook daadwerkelijk welk vermogen er bij de wielen aankomt. Ondanks de scepsis over het rendement van cvt-transmissies, blijkt uit al die testen dat cvt-transmissies zich qua efficiëntie kunnen meten met powershifttransmissies als het gaat om het vermogen dat bij de wielen aankomt. Niettemin zijn fabrikanten van cvt-transmissies zich ervan bewust dat het gebruik van een hydraulische component tot vermogensverlies kan leiden. Immers in theorie gaat het rendement naar beneden als de hydraulische component groter

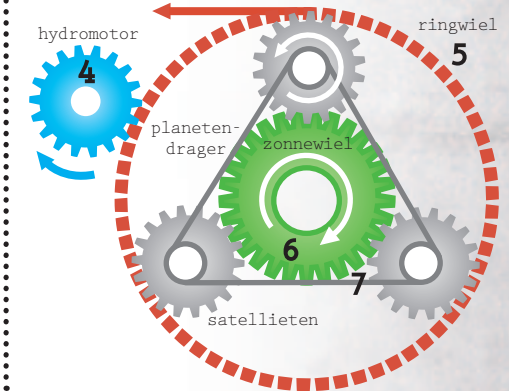
wordt. Daarom hebben cvt-transmissies vaak twee of meer groepschakelingen om de hydraulische component zo klein mogelijk te houden. Bij Fendt zijn dit (meestal) twee groepen: een veld en een transportgroep. Bij de Steyr S-matic en bij de Eccom-transmissies van ZF zijn het er vier.

Fabrikanten hebben grofweg de keuze tussen een grotere pomp met minder schakeltrappen of een kleinere pomp met meerdere trappen. Voor het berekenen van het hydraulische vermogen wordt de formule $P = p \cdot q_v$ gebruikt. Daarbij is P het vermogen in watt, p de druk en q_v het slagvolume. Een groot slagvolume leidt tot veel liters en daarmee tot grotere wrijving en dus verlies. Een aantrekkelijker optie is het verhogen van de druk. Drukken tot over 500 bar zijn geen uitzondering. Hogere drukken leiden tot een wat lager rendement van de pomp omdat er een hoger lekverlies is, maar 95 procent rendement is nog steeds aanzienlijk (zie grafiek rechtsboven). Daarnaast is het de vraag hoe groot de mechanische of hydraulische component is als onderdeel van de totale transmissie. Met de verschillende rijstrategieën is dit wellicht interessant eens apart te onderzoeken. Maar gezien het totaalrendement van de cvt kunnen we ervan uitgaan dat deze verliezen beperkt zijn. ◀

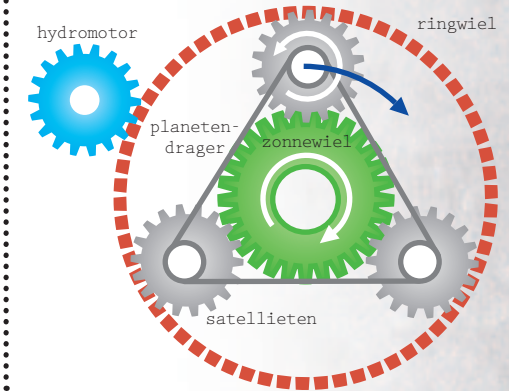
Efficiëntie hydromotor



Situatie 1



Situatie 2



Situatie 3

