

## Summary (in Dutch)

De vraag naar personen auto's met een laag brandstofverbruik en uitstoot is in de laatste jaren sterk gegroeid. Deze groei is veroorzaakt door de stijgende brandstofprijzen en het stijgende bewustzijn van het belang van duurzaamheid.

Recente ontwikkelingen bij Innas B.V. hebben geleid tot efficiënte hydraulische motoren, pompen en transformatoren. Deze hydraulische componenten maken een serieel hydraulische hybride aandrijving mogelijk. Deze aandrijflijn wordt de *Hydrid* genoemd. De *Hydrid* gebruikt de verbrandingsmotor van het voertuig in aan/uit operatie. Dit zorgt voor een hoge efficiëntie van de verbrandingsmotor en laat een hoge vermogensstroom toe. Aan/uit operatie voorkomt deelbelasting van de verbrandingsmotor dat gewoonlijk verantwoordelijk is voor veel energieverlies.

Aan/uit-operatie van de verbrandingsmotor laat de motor wisselen tussen hoog vermogen en volledig uitschakelen. Het gemiddelde geleverde vermogen blijft gelijk, maar de motor wordt op betere bedrijfspunten belast.

Aan/uit operatie kan alleen worden toegepast als er een methode is om de teveel geleverde energie tijdelijk op te slaan. Een Common Pressure Rail (CPR) met hydraulische accumulatoren wordt gebruikt om de energie op te slaan en levert een vrijwel constante druk aan het systeem. Deze druk wordt omgevormd door middel van een hydraulische transformator ontwikkeld door Innas (IHT) tot een druk die geschikt is voor de gevraagde toepassing van het aandrijven van het voertuig.

Om deelbelasting aan de lastkant van de aandrijflijn te voorkomen worden regimes ingevoerd. Regimes vervullen eenzelfde functie als versnellingen in een conventionele aandrijving en worden gebruikt om de componenten in hun optimale bedrijfspunten te belasten. Regimes zijn echter niet gelimiteerd in het aanpassen van de overbrengingsverhouding.

De gebruikte hydraulische motor heeft een groot werkgebied waarbij een hoge efficiëntie wordt behaald. Alleen bij een zeer laag koppel zakt de efficiëntie snel. Werking van de motoren op laag koppel kan op verschillende manieren worden voorkomen.

De mogelijke configuraties van hydraulische en mechanische componenten zijn bepaald doormiddel van een ontwerp methode genaamd "Creative Design". De methode van het maken van de regimes en het schakelen tussen deze regimes zijn vrijwel onafhankelijk. Daarnaast zorgt de relatief lage efficiëntie van de hydraulische componenten (vergeleken met een zuiver mechanische overbrenging) voor een vrij hoog brandstofverbruik bij hoge voertuig snelheden. Om het brandstofverbruik bij hoge snelheden te verlagen zijn eveneens verschillende opties mogelijk.

Een relatief eenvoudige configuratie bestaande uit een secundaire hulpmotor die gepiggybacked is op een permanente, primaire motor, wordt beschouwd als de meest belovende topologie. Aan- en afkoppeling gaat doormiddel van een dubbelwerkende koppeling. De eenvoudige topologie zorgt voor lage productiekosten en een laag brandstofverbruik. Het geboden comfort is zeer waarschijnlijk voldoende voor dit type voertuig.

Brandstofverbruik kan verder verlaagd worden door een directe mechanische verbinding tussen de verbrandingsmotor en het differentieel te installeren. Een directe verbinding komt overeen met de overbrengingsverhouding van een vierde of vijfde versnelling van een conventionele aandrijving. Hierbij worden de verliezen van een normale versnellingsbak vermeden.

Om de haalbaarheid van het dubbelwerkende koppelings ontwerp te onderzoeken, is een eerste stap gemaakt naar een gedetailleerde analyse. Een model van de systeemdynamica wordt gebruikt om het gedrag van het hydraulisch systeem en het voertuig tijdens het aankoppelen van de hulpmotor te

voorspellen. De twee onderzochte aspecten zijn het gedrag van het hydraulisch systeem en de acceleratie van de hulp motor.

Het wordt verwacht dat het aanbrengen van een druk verschil op de hulp motor tijdens het aankoppelen resulteert in een sterke acceleratie. Deze acceleratie kan leiden tot zeer hoge snelheden boven de fysieke limieten van het onderdeel.

Het gedrag van het systeem is anders dan verwacht. De acceleratie van de hulpmotor is beperkt omdat de versnelling van de motor een hogere volume stroom uit de hydraulische leiding veroorzaakt. Deze stroom uit de leiding veroorzaakt direct een drukval. De IHT versnelt pas als resultaat van deze drukval en de verhoogde werksnelheid van de IHT komt dus pas als verlaatte reactie op het versnellen van de hulpmotor.

Er wordt geconcludeerd dat de IHT instelling en koppelingspatroon accuraat op elkaar moeten worden afgestemd. Als de druk op de motor tijdens het koppelen te hoog is, wordt de hulpmotor tot boven zijn ontwerplimieten versneld. Als de koppelingstijd te kort is, zal een lage druk in de leiding zorgen voor cavitatie.