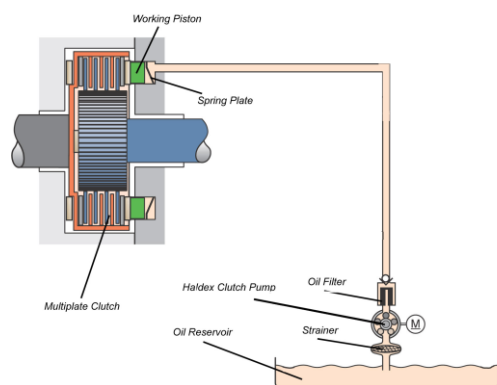


Härledning och modellering av drivande delarna i generation V Haldex kopplingen

David Berggren och Jonas Berge, Reglerteknik och IEA, LTH. I samarbete med HALDEX TRACTION i Landskrona, januari 2011

För att öka säkerheten under bilkörning på underlag med låg friktion, såsom snö eller grus väljer många tillverkare att införa fyrhjulsdrift i sina bilmodeller. Genom att överföra vridmoment mellan framaxel och bakaxel, samt styra hur mycket vridmoment som ska finnas tillgängligt på varje hjul hjälper Haldex All Wheel Drive (AWD) system aktivt till att häva sladd och minska risken för olyckor. För att detta ska göras så effektivt som möjligt behövs stabila regleralgoritmer. Med hjälp av en modell av kopplingen och dess delar kan simuleringar hjälpa till att dra ned på utvecklingstiden av dessa algoritmer.



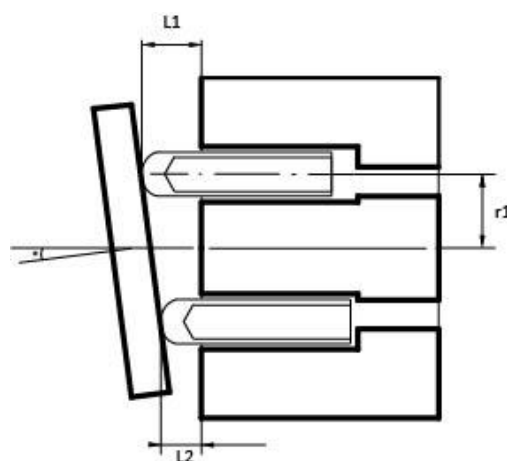
Figur 1. Haldex Gen V kopplingsystem

Haldex femte generations fyrhjulskoppling skiljer sig från sina föregångare på det viset att den inte längre har någon ackumulator eller regleringsventil.

En ackumulator kan jämföras med en tryckreserv där tryck sparas till dess det behövs. Genom att ta bort dessa delar från systemet sätter man högre krav på responstid hos motor och pump. En helt ny design av pump krävs också. En schematisk bild av systemet finns att se i figur 1. Det som har modellerats är systemets drivande delar: DC-maskinen, pumpen samt hydraulikvätskan.

Pumpen

En pump är en flödesmaskin. Den pump som används i Haldex-kopplingen är en s.k. axialkolvspump (figur 2).



Figur 2. Axialkolvspumpen i genomskärning

Den fungerar genom att axeln från motorn sätter rotation på en trumma med sex cylindrar i. Dessa cylindrar tvingas fram och tillbaka i kolvtrumman genom att pressas mot ett snedställt lager (längst till vänster i figur 2). Trummans andra ände sitter pressad mot pumploppet.

Genom att placera hål i detta längs banan där cylindrarna går bakåt in i trumman sugts vätska in. På samma sätt kommer vätskan pressas ut då cylindrarna tvingas framåt. På detta sätt skapas ett flöde.

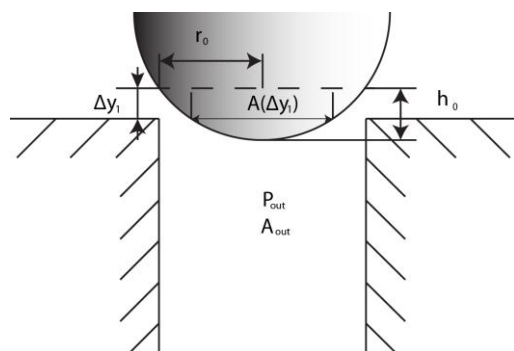
I föregående generation skulle detta flöde ha byggt upp ett tryck i systemets ackumulator. Nu bygger flödet istället tryck rakt på kopplingens lameller.

För att åstadkomma korta responstider på systemet så måste pumpen ständigt rotera. Detta medför att flödet måste ledas bort från och inte in i lamellpaketet då efterfrågat tryck uppnåtts. Detta görs genom tre kanaler från trummans center. Öppningen av dessa kanaler styrs av trycket i, samt av rotationshastigheten på trumman.

Modellen

DC-motorn, oljans egenskaper, flödet ut ur pumpens cylindrar samt de laster allt detta ger upphov till modellerades och validerades genom jämförande av mätdata från Haldex och motortillverkaren, Bühler.

Efter det var det flödet ut genom trummans tre öppningar som arbetet kom att fokuseras på (figur 3).



Figur 3. Närbild på de parametrar som

avgör flödet ut genom en av trummans kanaler.

Resultat

Genom att göra mätningar på en koppling och logga dessa data kunde modellen valideras. Några av dessa resultat kan ses i figurerna nedan.



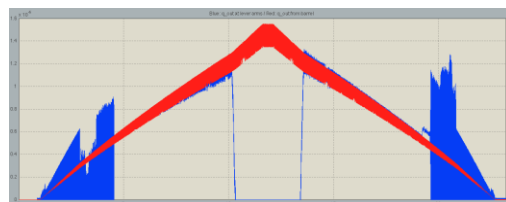
Figur 4. Jämförelse tryck. Testdata (röd) och simulerade resultat (blå). Horisontal axel representerar tid[s] och vertikal tryck [Bar]



Figur 5. Jämförelse ström. Testdata (röd) och simulerade resultat (blå). Horisontal axel representerar tid[s] och vertikal ström [A]

Modellen stämmer mycket väl överens med de uppmätta resultaten. Det är endast då modellen går från mycket låga tryck och uppåt som den skiljer sig från mätningarna. Men så fort modellen når ett tryck av cirka 7 bar följer den de uppmätta värdena mycket väl.

Detta kan förklaras med att funktionen som styr flödet ut ur kanalerna i trumman (se tidigare kapitel) har odefinierade områden. Dessa åskådliggörs i figur 6, där flödet ut ur trumman samt ut ur kanalerna beskrivs. Figuren är tagen från en simulering där trycket långsamt byggs upp i en ramp, för att sedan sänkas igen.



Figur 6. Simulering av flödet genom pump och kanaler under simulering av en ramp. Horisontal axel representerar tid[s] och vertikal flöde [m³/s]

Det blå värdet är flödet ut ur kanalerna och det röda det totala flödet som genereras av pumpen.

I figuren kan det tydligt avläsas att flöden följs åt väl så fort ett högre tryck byggts upp medans flödet ut ur kanalerna vid lägre tryck oscillerar kraftigt.

Detta bör dock inte medföra något problem och modellen är god nog att utföra simuleringar på.

<http://www.nyteknik.se/nyheter/for-don-motor/bilar/article267212.ece>