

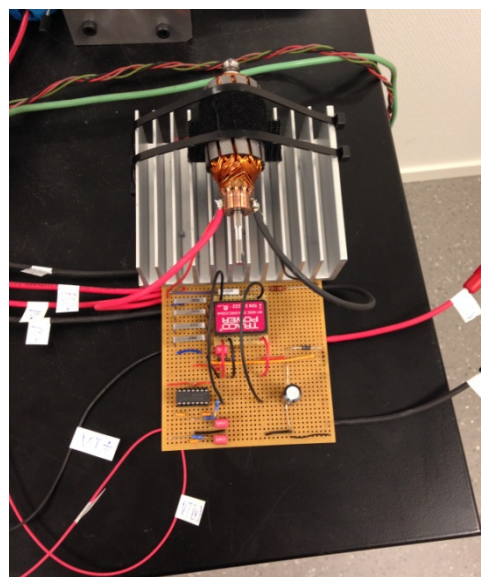
Steglös felinjicering vid testning av Haldexkopplingen

Erik Jönsson, BorgWarner TorqTransfer Systems AB och Institutionen för reglerteknik, Lunds universitet

För att genomföra mjukvarutester på styrenheten som reglerar den femte generationens Haldexkoppling för fyrhjulsdraft i personbilar har man bl.a. använt felande hårdvara för att se om mjukvaran kan upptäcka felen. Den felaktiga hårdvaran har bestått av ett antal fasta konfigurationer av felande hydraulpumpar. Nu vill man istället pröva att införa fel på en fungerande pump med elektriska kretsar inkopplat för att kunna simulera fler scenarion än förut.

Inledning

BorgWarner TorqTransfer Systems i Landskrona utvecklar och tillverkar bl.a. transferlådor, differentier och slirkopplingar. Den femte generationen av Haldexkopplingen, GEN V, är den senast utvecklade versionen. När det under normala omständigheter drivande hjulparet närmast motorn tappar grepp så aktiveras kopplingen och moment kan överföras till det andra hjulparet. Fördelen mot konstant fyrhjulsdraft där alla hjulen driver hela tiden är bättre bränsleförbrukning. Kopplingen aktiveras med hjälp av hydraultryck som skapas av en aktuator som består av en dc-motor och hydraulpump. ECU:n, electronic control unit, har tillgång till alla hjulhastigheter via CAN-nätverket i bilen och styr i sin tur dc-motorn.



Figur 1. Prototyp av felinjiceringsmodul

ECU:n har också tillgång till spänningen över motorn samt hur mycket ström motorn drar. Eftersom det inte finns någon återkoppling av hydraultrycket från kopplingen så vet inte ECU:n om en ändring av dragen ström beror på ändrad last, mekaniska fel eller elektriska fel. Istället för att införa felen mekaniskt har jag undersökt om det går att göra det elektriskt istället.

Testriggen

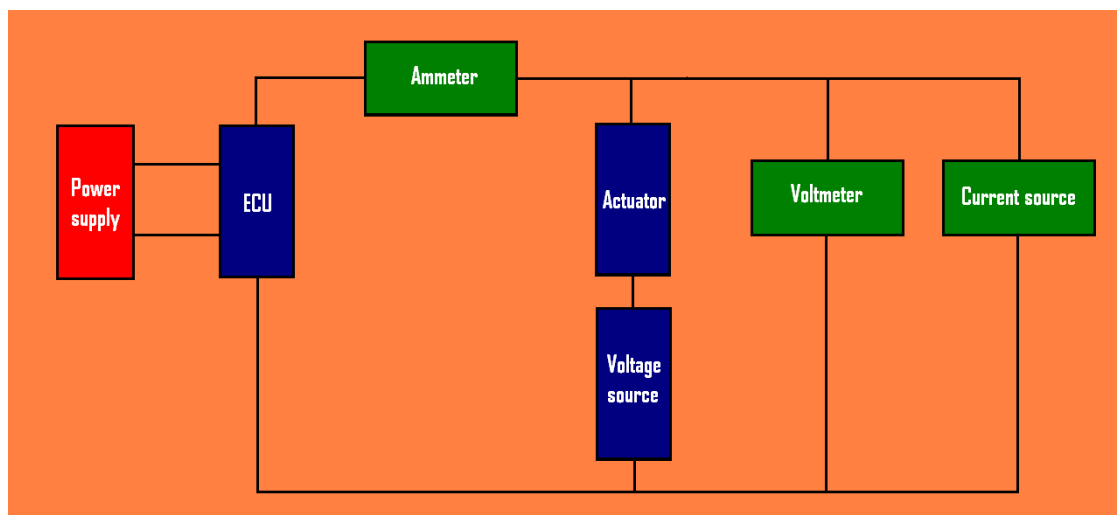
Som en del av mjukvaruutvecklingen testas kontinuerligt nya delar eller förändringar av programvaran och resultaten utvärderas. Test kan innefatta responstider, att ECU:n applicerar korrekt spänning eller att felande hårdvara detekteras. En av modulerna i testriggen består av fyra aktuatorer: normal drift, för högt hydraultryck, för lågt hydraultryck samt orörlig axel i motorn. Vill

man testa fallet där kopplingen går sönder under drift så måste man byta från normal aktuator till någon av de andra aktuatorerna under testförfarandet, och detta medför vissa beteenden som inte funnits i verkligheten om kopplingen gått sönder under drift i bil. Med elektriska kretsar kopplade till en normal aktuator kan detta problem elimineras. Felen kan dessutom införas steglöst.

Metod

Först utfördes spänningsmätningar och strömmätningar på aktuatorerna för att se skillnaderna som de elektriska kretsarna måste kunna införa. Mätningarna bearbetades i MATLAB och användes vidare som insignaler till simuleringar i Simulink. En komplett modell för Haldexkopplingen i Simulink fanns till förfogande, och denna modell användes för att kunna se hur varvtal, ström och spänning ändrades vid injicering av olika elektriska fel.

För att kunna ändra mängden ström som motorn drar behövs en med motorn parallel krets som kan styras av användaren och för att ändra varvtalet behövs en spänningskälla i serie med motorn. Med hjälp av kraven från mätningarna byggdes en styrbar spänningskälla och en styrbar strömkälla som senare kopplades på aktuatoren, se figur 2. Sedan återstår bara att styra de elektriska kretsarna på rätt sätt för att uppnå olika typer av felande aktuatorer. Med hjälp av mätdatan togs det fram modeller som underlag för hur kretsarna ska styras.



Figur 2. Aktuator med steglöst styrbar spänningskälla och strömkälla samt mätdon inkopplade.

Resultat

En prototyp av den framtagna felinjiceringsmodulen visas i figur 1. För att efterlikna en normal aktuator ska spänningskällan och strömkällan båda vara satta till noll. Spänningskällan kunde dock inte riktigt nå 0 V, så den detaljen behöver förbättras. I fallet med för högt tryck så var den implementerade modellen inte tillräckligt noggrann, men mätresultaten visade att fallet med fast axel gav en bra approximation. Den utvecklade lösningen har sina brister, men arbetet har visat att konceptet med steglös felinjicering fungerar.