

/technologie

High-speed control

>>elektronica met de eigenschappen van software

Regeltechnici gebruiken graag software om hun regelaars te maken. Dat is flexibel en vaak goedkoop, maar niet altijd snel genoeg. Elektronica is vele malen sneller en nauwkeuriger maar star. Technolution ontwierp een high-speed controller in elektronica met de flexibiliteit van software.

Als we het in Objective over snelheid hebben, gaat het meestal over elektronica. Maar ook mechanische systemen worden steeds sneller. Pick & place machines die razendsnel onderdelen plaatsen op een PCB. Wafersteppers die in een fractie van een seconde de wafer op de juiste positie onder de lens schuiven. En in een elektronenmicroscop is snelheid minder belangrijk, maar moeten de bewegingen wel uiterst precies gebeuren, met zo min mogelijk trillingen. Allemaal mechanische systemen die om een snelle en nauwkeurige regeling vragen. Een regelaar in software haalt de vereiste snelheid niet. De benodigde processing power zou leiden tot een heel dure regelaar. Een regeling in elektronica met programmeerbare logica is wel snel genoeg en kosteneffectief, maar niet flexibel. Wanneer het ontwerp eenmaal in de FPGA vastligt, is er niets meer bij te stellen. Of toch wel? Technolution bedacht een methodiek in elektronica met de flexibiliteit van software. Alle knoppen waar je in software aan zou willen draaien, zijn nu in de elektronica ook beschikbaar. Bovendien zijn de te behalen regelfrequenties fors hoger dan met een softwareregeling en ook 100% voorspelbaar.

Van overdracht naar regelaar

De mechatronicus is de man of vrouw van de regeltechniek. Het werk begint met het karakteriseren van het te regelen proces. Neem bijvoorbeeld een huiskamer met een kachel en een thermostaat. Als de thermostaat een graad omhoog gaat, hoe lang duurt het dan voordat de hele kamer een graad warmer is? Dat duurt eventjes. Alles in de kamer moet opwarmen, er is lek via slechte isolatie, ramen en deuren. Dat alles resulteert in de overdracht: ingreep versus resultaat. Voor een simpel proces kan dat een wiskundige formule zijn. Al snel blijkt de praktijk echter weerbarstiger en niet meer in één formule te vatten. Dan biedt de regeltechniek algemene formules (PID) om het proces te karakteriseren. Je gaat dingen proberen door een referentiesignaal aan de ingang te zetten en dan op zoveel mogelijk punten te meten

hoe het systeem of proces zich gedraagt. Bijvoorbeeld met een hamer die op de as van een motor slaat en een sensor die meet welke trillingen eruit komen. Zo bepaal je experimenteel de overdracht van het systeem, wat kan resulteren in een formule met een aantal parameters. Met die experimentele gegevens kan de mechatronicus een regelaar ontwerpen om het proces te beheersen. In zijn ontwerp wil hij op zoveel mogelijk punten kunnen meten wat er gebeurt en dit kunnen bijsturen, want bij complexe systemen en machines zal de regelaar nooit meteen de juiste instellingen hebben. Dus wil hij aan de knoppen van de regelaar kunnen draaien.

Snel en voorspelbaar

Een softwarepakket als Simulink biedt deze flexibiliteit. De gebruiker kan naar wens allerlei functies als blokjes aan elkaar knopen. En zolang de regelaar in het softwaredomein blijft, is er een enorme flexibiliteit om van alles te meten en tussentijds aan te passen. De grote beperking van software is echter de snelheid en voorspelbaarheid. Software heeft vaak last van jitter. De timing van software is niet nauwkeurig genoeg voor snelle regelprocessen. Voor lage frequenties is dat niet zo'n probleem, maar rond 10 kHz is de jitter in software een serieuze belemmering. Terwijl elektronica tot op de klokpuls voorspelbaar en nauwkeurig is. Theoretisch kent elektronica ook jitter, maar die is vele ordes lager dan in software, dus verwaarloosbaar. De klokfrequentie ligt al snel een factor duizend boven de regelfrequentie: regelen op 300 kHz, klok op 200 MHz. De nauwkeurigheid van het totale regelsysteem wordt eerder beperkt door de sensoren.

Dus wie een snelle regelaar wil ontwerpen, zal moeten overstappen naar elektronica (programmeerbare logica in FPGA's). Simulink biedt hiertoe de optie om de softwareregelaar te downloaden naar een FPGA. Het programma zet de software dan om in één groot brok VHDL-code dat wordt gesynthetiseerd en naar de FPGA gedownload. Het genereren van een nieuwe regelaar voor de FPGA kan wel een uur duren. En eenmaal op de chip ligt het resultaat vast: een elektronicaregelaar waarin niets meer is te veranderen en waaraan niets is te meten tussen de afzonderlijke regelblokjes. Een regelaar zonder knoppen en meetpunten dus. Aanpassingen zijn alleen mogelijk in Simulink, waarna nieuwe VHDL-code moet worden gegenereerd om de FPGA te overschrijven. Dit resulteert in tijdrovende iteratieslagen.

Aangepaste bibliotheek

Om toch de flexibiliteit van een softwareregelaar te behouden heeft Technolution zelf een bibliotheek met bouwblokken ontwikkeld voor Simulink. Blokken die al wel deels geconfigureerd in de FPGA zitten, maar zo zijn aangepast dat ze in Simulink zijn te gebruiken. Blokjes met specifieke functionaliteit, die op de juiste manier in de FPGA aan elkaar worden geknoopt. Ook nu kan vanuit Simulink de regelaar overgezet worden naar een FPGA. Niet als één groot brok VHDL-code, maar slechts met wat configuratiegegevens. Deze configuratiegegevens worden bepaald met een door Technolution ontwikkelde tool. Deze tool leest en interpreteert de Simulink-files en genereert de configuratiegegevens voor de regelaar. Vergelijk het met een navigatiesysteem: er wordt dus niet een complete hoge resolutie landkaart naar de FPGA gedownload, maar alleen een route op de reeds aanwezige kaart.

FPGA-regelaar als prototype en eindproduct

De regelaar die zo ontstaat in de FPGA heeft dezelfde meet- en regelpunten als in Simulink. Een regelaar in elektronica waarmee de gebruiker realtime kan meten en regelen op alle punten waar hij dat in de simulatie deed. Erg prettig voor de mechatronicus. Met dit systeem heeft hij er een handig stuk gereedschap bij om zijn processen te karakteriseren. Hij bedenkt een regeling en toetst die in theorie met Matlab en Simulink. Als hij tevreden is over de simulatie, zet hij deze in enkele seconden over in elektronica. Die kan hij koppelen aan het echte proces om te zien of het inderdaad de regeling biedt die hij zoekt. Hij kan nu ook 'on-the-fly' aan alle knoppen draaien voor de finetuning van de regelaar en ziet direct wat daarvan het resultaat is. Hij hoeft dus niet terug naar de computer, om in Simulink die parameters te veranderen en weer een uur te wachten op het genereren van een nieuwe vulling voor de FPGA.

Hiermee krijgt de gebruiker een handig stuk gereedschap waarmee loopfrequenties te halen zijn die in software niet realiseerbaar zijn, zowel in R&D als eenmaal in productie. Ook als de regelaar in grote aantallen seriematig geproduceerd wordt, blijft de flexibiliteit aanwezig en dat tegen een veel lagere prijs dan vergelijkbare regelaars in software.

