

De wet van Moore werkt in het voordeel van programmeerbare logica.

# Programmeerbare logica: no limits...

**D**e wet van Moore stelt dat elke 18 tot 24 maanden de capaciteit van elektronische chips verdubbelt. Dit geldt ook voor programmeerbare logica. De term PLD (Programmable Logic Device) is een verzamelnaam voor digitale IC's (Integrated Circuits) die verschillende logische structuren kunnen aannemen. Door die flexibiliteit, toenemende capaciteit, integratie met processor-kernen en lagere prijs per functie zijn er 'no limits' meer aan de toepassingsmogelijkheden.

De allereerste PLD's van ruim twintig jaar geleden werden vooral gebruikt om op een flexibele manier andere digitale IC's aan elkaar te koppelen. Zij bestonden uit een matrix van logische poorten waarmee een groot aantal combinatorische en sequentiële schakelingen konden worden geconstrueerd. Er zijn veel verschillende varianten, maar in alle gevallen wordt de chip geconstrueerd door verbindingen tussen verzamelingen poorten aan te brengen of juist af te sluiten. Zo'n chip is daardoor dynamisch configureerbaar en kan dus flexibel een logische functionaliteit aannemen.

## De verschillende typen

Tegenwoordig zijn de twee belangrijkste typen programmeerbare logica: de CPLD (Complex Programmable Gate Array) en de FPGA (Field Programmable Gate Array). Met name de FPGA maakt technologisch een stormachtige ontwikkeling door. Dit heeft tot gevolg dat FPGA's in de moderne elektronische systemen met complexe logica niet meer kunnen ontbreken. Tot een aantal jaren geleden was een groot aantal (complexe) applicaties alleen realiseerbaar met een ASIC (Application Specific Integrated Circuit). Het nadeel van ASIC's is dat de applicatie bij de productie van de chip al

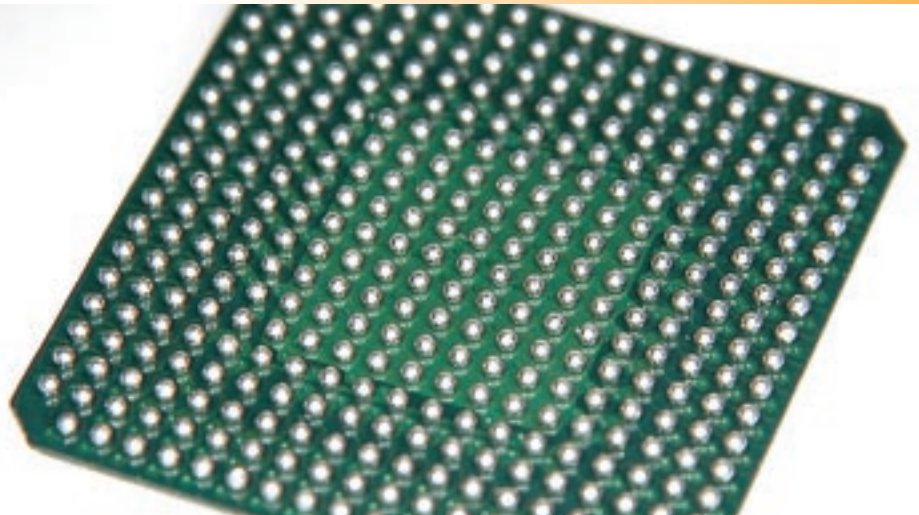
vast ligt en daarna niet meer kan worden gewijzigd. Het feit dat er nog veel ASIC's worden gebruikt, met name voor de massamarkt (100.000 stuks of meer), heeft te maken met relatief lage productiekosten bij hoge aantallen. Daar staat tegenover dat de ontwerpkosten en de ontwerprisico's van een ASIC zeer hoog zijn.

## Hoge flexibiliteit

De snelst groeiende markt voor programmeerbare logica is de markt van FPGA's. Mede door de lagere ontwerpkosten en beperkte ontwerprisico's van FPGA's worden deze steeds vaker toegepast. FPGA's zijn nu uitgerust met honderdduizenden logische cellen, PowerPC- of StrongARM-processoren, flexibele RAM-blokken, high speed (10 Gigabit/s) communicatiekanalen, signaalprocessingmodulen en vele honderden in- en uitvoerpinnen op de chip. Er kunnen al kloksnelheden van 500 MHz worden gehaald. Tegenover deze enorme flexibiliteit en het grote aantal toepassingen staat dat de chips relatief duur zijn, want hoge flexibiliteit verlangt veel extra functionaliteit in de chip. Daar staat tegenover dat de prijs per chip relatief gelijk blijft, maar dat er wel steeds meer performance en functionaliteit wordt geboden. De wet van Moore werkt in het voordeel van dit type programmeerbare logica.

Als bij het ontwerpen van een complex elektronisch systeem FPGA's van de nieuwe generatie worden toegepast, ontstaat de situatie van een printboard met een aantal grote chips waarin praktisch alle functionaliteit is ondergebracht. Nog een aantal connectoren en de power supply en het systeem is compleet. De FPGA's zuigen als het ware alle logische functionaliteit van de losse chips die in het verleden werden toegepast naar binnen. Zo ontstaat een compleet herconfigureerbaar systeem in

*De wet van Moore stelt dat elke 18 tot 24 maanden de capaciteit van elektronische chips verdubbelt.*



1 2

1. Virtex 4 van marktleider Xilinx levert indrukwekkende prestaties. 2. De aansluitpunten van een FPGA.

één of meerdere chips. Het verleggen van functionaliteit naar de FPGA's geldt niet alleen voor de logische chips, maar ook voor specifieke delen van software. Daarbij moet worden gedacht aan het bewerken van signalen, communicatieprotocollen en security checks. Dit zijn applicaties met eisen op het gebied van highspeed, realtime dataverwerking.

Het verwerken van een TCP/IP- of een PCI-busprotocol is geen unieke applicatie. Dit type applicatie komt natuurlijk in meer systemen voor, anders zouden deze systemen niet met elkaar kunnen communiceren. Het gevolg daarvan is dat er standaard configuratieblokken ontstaan die als een soort software op de markt verkrijgbaar zijn, de zogenaamde IP-blokken (Intellectual Property). Er kleven wel een aantal gevaren aan het kopen van dergelijke IP-blokken. Er zijn veel partijen die deze blokken aanbieden en de kwaliteit heeft niet altijd het gewenste niveau. Binnen een tijdskritisch ontwikkeltraject van een nieuw systeem kan een gekocht IP-blok 'slecht op de maag' liggen. Als binnen een organisatie veel ontwerpen met FPGA's worden gemaakt, ontstaat er veel ervaring en voorraad van verschillende generieke blokken waarvan het gebruik betrouwbaar is en economisch aantrekkelijker. Alle hiervoor genoemde technische mogelijkheden die tot de beschikking staan met het toepassen van FPGA's zouden de indruk kunnen wekken dat het ontwerpen van een systeem erg eenvoudig is. De verschillende aandachtspunten bij het ontwerp van een systeem zijn enigszins verlegd, maar het ontwerpen van een systeem met state-of-the-art-FPGA's verlangt veel multidisciplinaire deskundigheid.

### Deskundigheid

Het multidisciplinaire heeft betrekking op de gecombineerde kennis en ervaring met elektronica-ontwerp, programmeerbare logica en systeemsoftware. Kennis en ervaring op deze gebieden zijn noodzaak. Een optimaal systeem verlangt een

doordachte architectuur waarin een juiste opdeling is gemaakt tussen elektronica (hardware), programmeerbare logica en systeemsoftware. De kwaliteit van deze indeling is cruciaal.

Na het opstellen van het architectuurmodel wordt gestart met het elektronisch ontwerp. Het ontwerpen van elektronica met FPGA's verlangt nog alle vaardigheden op het gebied van (analoge) interfaces, power supplies en de hoogfrequent elementen, waaronder EMC. Als dit is afgerond start het PCB-ontwerp. Dit is tegenwoordig geen sinecure omdat een PCB-board bij complexe systemen in de regel uit 8 tot 12 lagen bestaat. De FPGA's hebben honderden tot wel 1760 aansluitingen, gesitueerd als een matrix (zie foto) met een tussenafstand van 1.0 millimeter. Dit tezamen met alle elementen rond het hoogfrequent gedrag maakt ook het boardontwerpen tot een onmisbare specialiteit.

Direct na het opstellen van het architectuurmodel start het ontwerpen van de programmeerbare logica. Dit gebeurt in een hogere hardwarebeschrijvingstaal zoals VHDL of Verilog. Als ondersteuning voor deze activiteiten staan allerlei tools van de chip-fabrikanten of gespecialiseerde leveranciers tot de beschikking. Ook voor het simuleren van het ontwerp zijn tools beschikbaar, maar die kunnen nooit het real-timegedrag van een systeem precies nabootsen(\*). Goed gereedschap is het halve werk, maar het blijft slechts gereedschap zonder het benodigde vakmanschap. Ontwerpers van programmeerbare logica hebben veel kennis en ervaring nodig van de digitale techniek. Maar naast deze kennis is ook zeer veel ervaring noodzakelijk van het ontwerpen met programmeerbare logica, om een goed inzicht te hebben in hoe de implementatie van hun ontwerp in de chip terechtkomt en vooral hoe dit kan worden geoptimaliseerd.

(\* ) Zie ook het artikel: 'Go real soon' [www.technolution.nl/objective/gorealsoon](http://www.technolution.nl/objective/gorealsoon)

**Een optimaal systeem verlangt een doordachte architectuur waarin een juiste opdeling is gemaakt tussen elektronica (hardware), programmeerbare logica en systeemsoftware.**