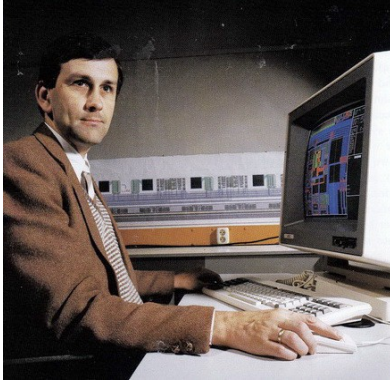


Digitaal IC-ontwerp op het Nat. Lab.

Auteur: Leo Nederlof (05-10-2015)

Inleiding



Wanneer je op het Nat. Lab voor het eerst kunt spreken over digitaal IC-ontwerp valt niet goed na te gaan, maar zoveel is zeker: Toen ik op 1 september 1973 als pas afgestudeerd ingenieur in dienst trad bij de Nat. Lab.-groep van Nico de Troye, was men er op het lab al een aantal jaren mee bezig, enerzijds in de al genoemde groep van Nico de Troye, en gebaseerd op bipolaire technologie en I²L, anderzijds in de geheugengroep van René Wijnhoven en gebaseerd op MOS technologie. Kort voor mijn komst in 1973 was die geheugengroep overigens al opgeheven, de MOS geheugen activiteiten werden toegevoegd aan de groep de Troye.

Beide lijnen van onderzoek waren alleszins succesvol, zowel van de I²L activiteiten als van het gerealiseerde 4-kilobit P-MOS geheugen zijn publicaties verschenen op de toonaangevende conferentie van dit vakgebied (ISSCC: International Solid State Circuits Conference) en ook in het IEEE Journal of Solid State Circuits.

Bipolair vs. MOS

Het was in die tijd nog geen uitgemaakte zaak welke van de twee technologieën voor digitale IC's de beste was, beide hadden hun sterke en zwakke kanten. Voor het realiseren van de IC's (zowel Mos als bipolair) leunde de groep sterk op de fabriek van Philips Elcoma in Nijmegen. Behalve een product familie, gebaseerd op CMOS (LOCMOS) was deze fabriek ook bipolair georiënteerd.

Er zijn in de groepsbijeenkomsten en in de wandelgangen (koffieautomaten waren er toen nog niet) heel wat discussies gevoerd over de vraag welke technologie in de toekomst dominant zou worden. Tot een gezamenlijke conclusie is het nooit gekomen maar de uitkomst van de ontwikkelingen in de IC wereld zijn duidelijk: MOS is de dominante technologie voor de realisatie van halfgeleider producten geworden.

In 1973 waren de kleinste details op een chip (zoals de breedte van de aluminiumsporen) 8 tot 10 μm , nu wordt al gesproken over 10 nm en kleiner, een reductie met een factor 1000, over een periode van ruim 40 jaar.

IC-ontwerp in het begin van de 70-er jaren.

Naar de normen van nu spreken we hier duidelijk over de oertijd: Voor het IC-ontwerp stonden twee computers ter beschikking: Een Philips P880 op WB-4 en een Philips P1400 in het Nat. Lab. Rekencentrum, beide state-of-the-art voor die tijd, maar nog nauwelijks te vergelijken met de PC die ik nu als typemachine gebruik.

Een IC ontwerpen (toen en nu) bestaat uit een aantal hoofdactiviteiten systeemontwerp, logisch en elektrisch ontwerp en lay-out ontwerp. Voor zover er sprake was van systeemontwerp, werd dat gedaan met een logische simulator Philsim, ontwikkeld bij Philips Nijmegen. In de groep de Troye lag de nadruk op elektrisch en lay-out ontwerp.

Voor het elektrisch ontwerp waren er twee benaderingen:

Breadboarding: het bouwen van een fysiek prototype met dezelfde componenten (transistoren, weerstanden) zoals die ook op het uiteindelijke IC zouden komen. Breadboarding was de aangewezen methode voor het ontwerpen van bipolaire ICs.

Circuitsimulatie: Op basis van mathematische modellen van de transistoren en andere circuitcomponenten m.b.v. een circuitsimulatie programma de (niet lineaire) circuit vergelijkingen oplossen. Het MOS circuit ontwerp leunde zwaar op circuit simulatie, voor deze technologie was breadboarding niet mogelijk. Gebruikte programma's uit die tijd zijn TRAMOS (afkomstig uit Nijmegen) en Philpac (afkomstig van Philips ISA).

Zowel bij bipolair als MOS waren de belangrijkste gereedschappen voor lay-out ontwerp een blok mm-papier (A3 of A4), een doos kleurpotloden, een liniaal, en niet te vergeten: een vlakgum. De volgende stap: De getekende lay-out coderen in het programma CMSK (Circuitmask), overbrengen op ponskaarten, het programma draaien en (als je geluk had: geen syntaxfouten in de invoer) het resultaat getekend op een kleurenplotter terugkrijgen. Nadat op deze manier alle individuele bouwblokken van het IC waren ontworpen, werden ze in CMSK samengevoegd tot de uiteindelijke lay-out van het te produceren IC.

Ook het controleren van de lay-out was handwerk: Spoor voor spoor en component voor component nalopen of de lay-out klopte met de netwerkbeschrijving.

De grote tafel:

Voor de verificatie van het 300 kbit CCD video geheugen is ooit een speciale tafel van zo'n 10 m² gemaakt, waarop de hele layout werd opgespannen. Ontwerpers zaten soms bovenop die tafel om het controlewerk te doen. (Vraag: Daar bestaan foto's van, heeft iemand die nog?)

Het uiteindelijke resultaat was een ponsband, die aangeleverd werd aan het masker centrum. IC ontwerp in die oertijd was papierwerk, van begin (ponskaarten) tot einde (ponsband)!

Waar gebeurd:

Op enig moment besloot de afdeling Inkoop andere (en waarschijnlijk goedkopere) kleurpotloden in te kopen. De kwaliteit was te slecht om (op de millimeter) nauwkeurige layouts mee te tekenen. Uiteindelijk is een van de medewerkers met een stadsbon in de stad een aantal dozen goede (Bruynzeel) kleurpotloden gaan kopen.

De LSI shop

Zo rond 1975/76 kwam de Nat.Lab. directie (en ik denk zelf: met name Kees Teer) tot de conclusie dat de systeemgroepen in Research hun ideeën op silicium moesten gaan realiseren. Dit leidde tot de oprichting van wat in de wandelgangen de LSI shop is gaan heten, onder leiding van René Wijnhoven. De proceskeuze (NMOS) en de stijl van circuitontwerp (4-fasen MOS logica) werden van bovenaf opgelegd. Op dat moment werd 4-fasen MOS logica uitgebreid gebruikt bij een dochter onderneming van Philips (Pye TMC in Malmesbury UK). Hun ontwerptools konden zo worden overgenomen, en zijn in de LSI-shop ook nog verder doorontwikkeld. De LSI shop heeft bestaan tot ca. 1985.

Het Mega project

Ca. 1983/84 groeide bij de Nederlandse en Duitse overheid de wens om via subsidies Philips en Siemens een sprong voorwaarts te laten maken in de IC industrie. Ook een intensieve technische

samenwerking tussen beide bedrijven was een van de doelstellingen. Projectdoelen een 1 Mbit statisch Ram-geheugen door Philips en een 4 Mbit dynamisch Ram-geheugen door Siemens. Beide producten zouden vervolgens door beide projectpartners op de markt gebracht moeten worden. Begin 1985 ging het project officieel van start. Beide geheugenproducten zijn inderdaad gerealiseerd, hebben geen van beiden geleid tot de verovering van enig (Philips) dan wel een groot marktaandeel (Siemens). De technische samenwerking tussen Philips en Siemens verschilde per deelproject, voor mijn eigen deelproject (Computer Aided Design) is het nooit tot enige werkelijke samenwerking gekomen. Een escalatie tot op het niveau van de CEO's van Philips Semiconductors en Siemens Halbleiter heeft dat niet kunnen verbeteren.

De startbijeenkomst van het project begon al met een incident: De aanvoerder van de Duitse regeringsdelegatie eiste dat de voertaal in de besprekingen Duits zou zijn. Dat is niet doorgegaan, de voertaal was en bleef Engels.

Hoewel het Megaproject van Philips geen speler op de geheugenmarkt heeft gemaakt, kan het zeker niet als een totale mislukking gezien worden. Het project heeft geleid tot een grote sprong voorwaarts op het gebied proces-technologie en fabricage technieken. Het bewijs staat in Nijmegen, in de fabriek die aanvankelijk bekend stond als Fab 87, later MOS 3, in de volksmond in Nijmegen de kathedraal genoemd. Het is ook maar zeer de vraag of het IC Design Center (zie hieronder) er in de uitgebreide vorm gekomen zou zijn, zonder het Mega project.

Het IC Design Centre

Vanaf het begin van het Megaproject heeft de Nat. Lab directie ingezet op meer dan alleen maar dat ene geheugen. Dit heeft geleid tot een sector IC Design / het IC design center, aanvankelijk onder leiding van Freek Valster, al snel opgevolgd door Theo Claasen. Dit IC Design Center bestond (eind 1986) uit een achttal groepen: Advanced Memory Design Centre, CAD for VLSI circuits (beide grotendeels betrokken bij het MEGA project), Digital VLSI (met name signaal processing IC's voor video, audio en digitale radio), CAD for VLSI Systems, Consumer Electronics, Test and Analysis, een groep CAD Infrastructure en de groep Microtel.

Microtel

Microtel (een initiatief van Theo Claasen) had als primaire doelstelling de overdracht van de in het IC Design Center behaalde resultaten naar met name de systeem productdivisies te faciliteren. Het was de bedoeling dat product divisies gedurende de ontwerp periode van een van hun eigen IC's hun ontwerper(s) in Microtel zouden stationeren, waar ze samen met expert ontwerpers van Microtel hun IC zouden kunnen realiseren, met gebruikmaking van de meest recente resultaten uit de researchgroepen. Dit is maar zeer ten dele gelukt, zeker na Centurion trokken alle systeem-PD's zich terug op hun kernactiviteiten, custom IC ontwerp (voor zover ze daar nog in geïnteresseerd waren) besteedden ze liever volledig uit, bijvoorbeeld naar Microtel. Bovendien fungeerde Philips Semiconductor afdelingen in toenemende mate als opdrachtgever van Microtel projecten. De doelstelling: resultaten van het IC design center naar PD's transfereren, versmalde zich tot : transfer naar Philips Semiconductors. (Waar op zich niets mis mee was.)

Het einde

Waar het begin van de IC-activiteiten op het Nat. Lab. niet nauwkeurig is aan te geven, kan dat met het einde wel: najaar 2006. Philips verkocht toen de halfgeleider divisie aan een drietal investeringsmaatschappijen, die het bedrijf (onder de naam NXP) enkele jaren later naar de

beurs hebben gebracht. Enkele honderden Nat. Lab. medewerkers, voornamelijk uit het IC Design Centre gingen met hun werk mee naar NXP.

Disclaimer: *Bovenstaande geschiedschrijving is voor het overgrote deel gebaseerd op persoonlijke herinneringen, ze is allesbehalve compleet, en bevat wellicht fouten of onzorgvuldigheden. Aanvullingen en suggesties ter verbetering zijn meer dan welkom.*