

Opdracht  
Database Development  
2017-2018

Bron:  
Wintraecken J.J.V.R. (1992) NIAM  
Cases, Academic Service, Schoonhoven

### 6.1 BESCHRIJVING

Het ontwerp van grootschalige geïntegreerde schakelingen (VLSI-schakelingen) verloopt in twee opeenvolgende fasen: het logisch ontwerp en het fysiek ontwerp.

Tijdens het logisch ontwerp worden een schakeling en de componenten ervan gedefinieerd en functioneel beschreven. Verder worden de vorm en de afmetingen van de schakeling en van zijn componenten, de opbouw van de schakeling en de onderlinge verbindingen tussen de componenten bepaald.

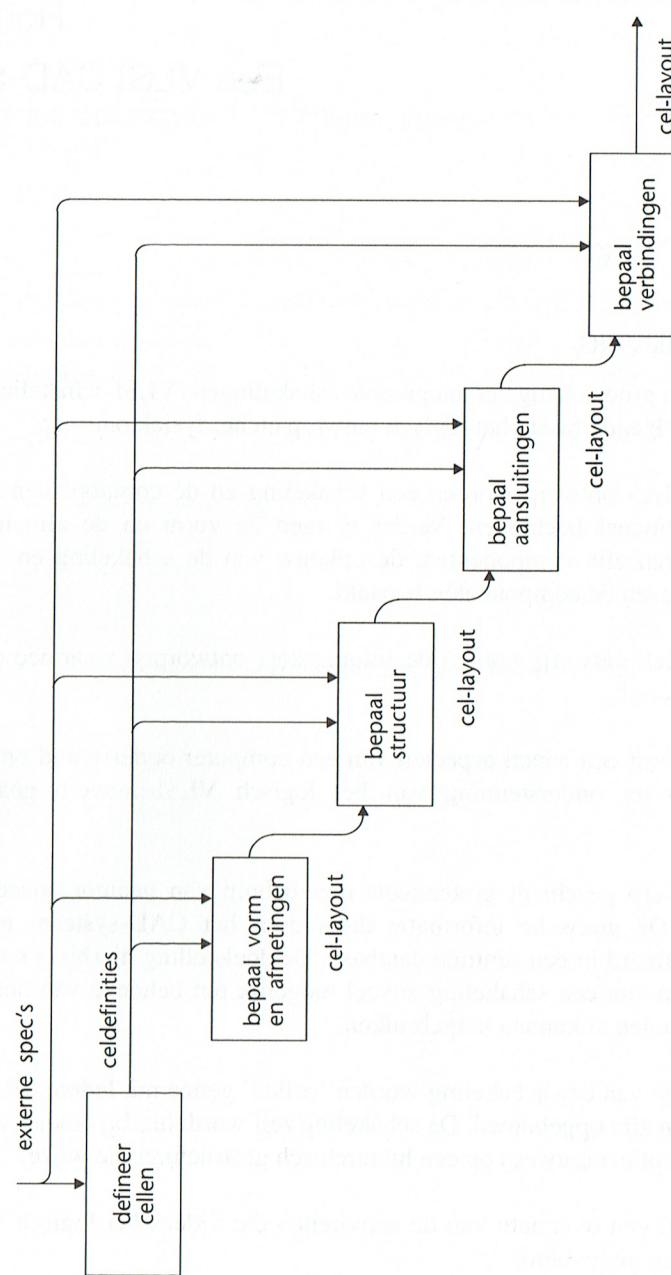
Tijdens het fysiek ontwerp worden de fotomaskers ontworpen waarmee de schakeling wordt geproduceerd.

In deze case wordt een aantal aspecten van een computer-ondersteund ontwerpsysteem (CAD-systeem) ter ondersteuning van het logisch VLSI-ontwerp geanalyseerd en gedefinieerd.

Het VLSI-ontwerp geschieht grotendeels met behulp van geautomatiseerde grafische hulpmiddelen. De grafische informatie dient door het CAD-systeem rechtstreeks te worden geregistreerd in een centrale database. De doelstelling hierbij is het ontwerp van de componenten van een schakeling zoveel mogelijk ten behoeve van het ontwerp van andere schakelingen te kunnen hergebruiken.

De componenten van een schakeling worden ‘cellen’ genoemd. Iedere cel kan zelf weer uit andere cellen zijn opgebouwd. De schakeling zelf wordt hierbij ook als een cel gezien. Hierdoor verloopt het ontwerp op een hiërarchisch gestructureerde wijze.

Figuur 6.1 geeft een overzicht van de activiteiten die tijdens het logisch VLSI-ontwerp dienen te worden uitgevoerd.



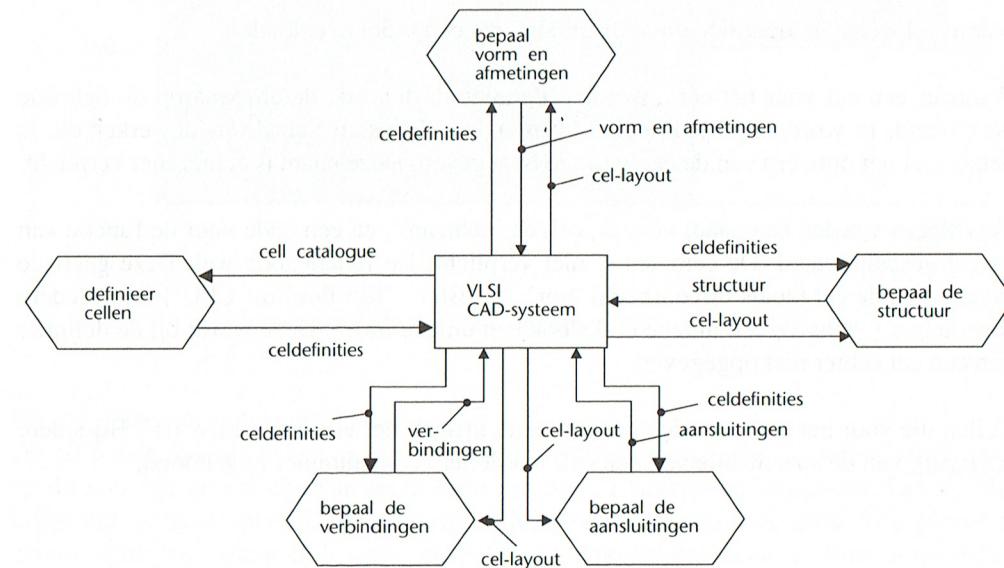
Figuur 6.1 – Het activiteitendiagram van het logisch VLSI-ontwerp

- Tijdens het logisch ontwerp van een schakeling worden eerst alle cellen gedefinieerd en wordt van iedere cel een aantal karakteristieke eigenschappen bepaald.
- Vervolgens worden van iedere cel de vorm en de afmetingen bepaald. De cellen – en dus ook de schakeling zelf – worden, meetkundig gezien, in twee dimensies beschreven.
- Daarna wordt de interne opbouw of structuur van iedere cel, bestaande uit andere cellen, beschreven.
- Vervolgens worden de elektrische verbindingen tussen de cellen vastgesteld. Hiertoe wordt iedere cel voorzien van een of meer ‘aansluitpennen’.
- Daarna worden de cellen via de aansluitpennen met elkaar verbonden.

Uit de bovenstaande beschrijving volgt dat het logisch VLSI-ontwerp uit de volgende activiteiten bestaat:

- Definieer de afzonderlijke cellen.
- Bepaal de vorm en de afmetingen van de cellen.
- Bepaal de interne structuur van de cellen.
- Bepaal de aansluitingen.
- Bepaal de verbindingen.

Figuur 6.2 geeft de gewenste informatie-uitwisseling met het beoogde VLSI CAD-Systeem weer.



Figuur 6.2 – Contextdiagram van het VLSI CAD-Systeem

Hieronder worden de relevante gegevensstromen uit figuur 6.2 nader beschreven.

### 6.1.1 De celdefinitions

Tijdens het logisch ontwerp worden allereerst de afzonderlijke cellen gedefinieerd en beschreven. Figuur 6.3 geeft een overzicht van de gegevens die bij de definitie van een cel dienen te worden gespecificeerd.

CELL CATALOGUE						PAGE: 1
CELL	CELL-NAME	AUTHOR	CREATION DATE	VERSION	FUNCTION	
A043		JANSSEN	84/21/04	1	NOR	
C027	16B-SCHUIF		86/03/05	5	REGISTER	
C151		PIETERSEN	85/18/12	1	FLIP-FLOP	
Z008	32B-MATH	KLAASSEN	86/28/02	3	CPU	

Figuur 6.3 – De celdefinitions

Iedere cel wordt geïdentificeerd door middel van een unieke ‘celcode’.

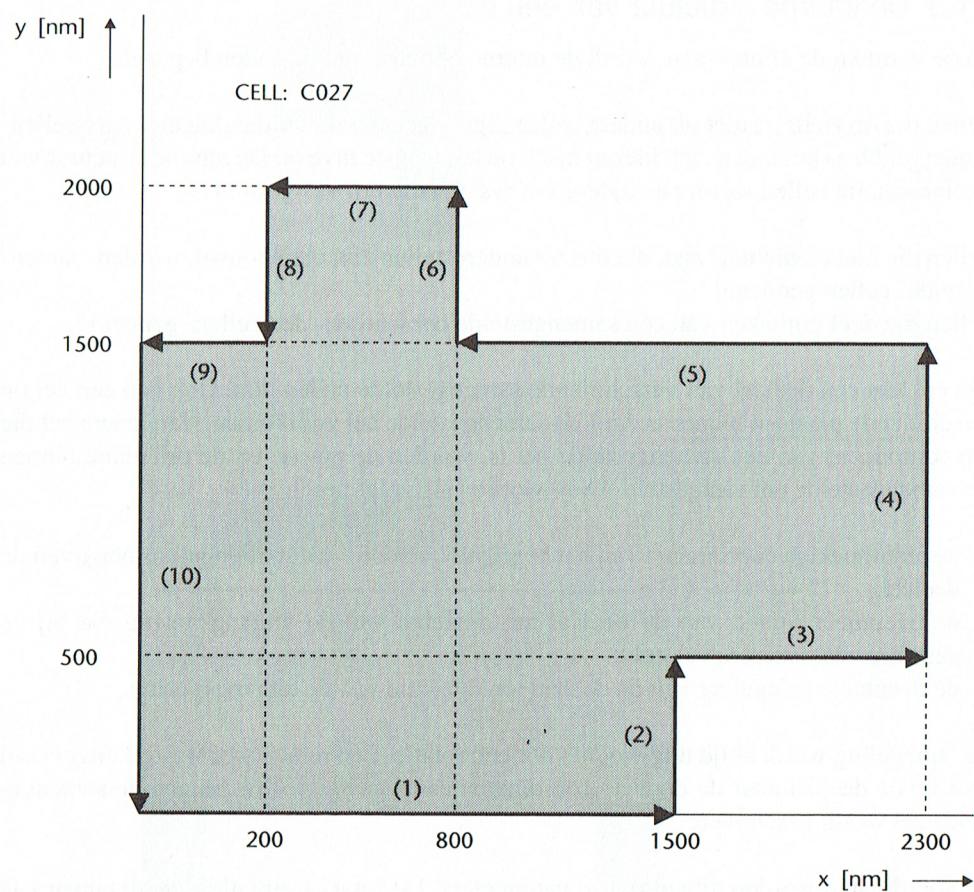
Wanneer een cel voor het eerst wordt gedefinieerd, dient de datum waarop de definitie plaatsvond, te worden gespecificeerd. Verder kan de naam van de medewerker die is belast met het ontwerp van de cel, worden opgegeven. Deze naam is echter niet verplicht.

Vervolgens worden een naam voor de cel, de ‘celnaam’, en een code voor de functie van de cel gespecificeerd. De celnaam is niet verplicht. De functiecode wel. Deze geeft de functie van de cel (zoals bijvoorbeeld ‘nor’, ‘register’, ‘flip-flop’ of ‘CPU’) weer. Iedere functie heeft, behalve een unieke code, ook een unieke naam. Deze wordt bij de definitie van een cel echter niet opgegeven.

Cellen die voor het eerst worden gedefinieerd, krijgen het versienummer ‘01’. Bij iedere wijziging van de specificatie van een cel, wordt het versienummer opgehoogd.

### 6.1.2 De vorm en de afmetingen van een cel

Nadat een cel is gedefinieerd, worden de vorm en de afmetingen van de cel vastgesteld en geregistreerd. De randen van een cel vormen altijd een rechthoekige veelhoek. De zijden hiervan worden in oplopende volgorde genummerd. De lengten van de zijden worden uitgedrukt in nanometers.



Figuur 6.4 – De vorm en de afmetingen van een cel

Hierbij gelden de volgende afspraken:

De cel wordt zodanig in een rechthoekig assenstelsel weergegeven, dat een van de zijden op de *x*-as ligt en dat een van de hoekpunten met de oorsprong samenvalt. Deze zijde krijgt het volgnummer ‘1’. De overige zijden worden (tegen de klok in) oplopend genummerd. Van iedere zijde wordt de lengte (in nanometers) en de richting vastgesteld. De richting wordt uitgedrukt door middel van een ‘richtingsaanduiding’. Deze kan de volgende waarden aannemen:

- 0: de richting van de positieve x-as;
- 1: de richting van de positieve y-as;
- 2: de richting van de negatieve x-as;
- 3: de richting van de negatieve y-as.

### 6.1.3 De interne structuur van een cel

Na de vorm en de afmetingen, wordt de interne opbouw van de cellen bepaald.

Cellen die op zichzelf niet uit andere cellen zijn opgebouwd, worden ‘elementaire cellen’ genoemd. Deze bevinden zich hiërarchisch op het laagste niveau. De interne structuur van elementaire cellen wordt pas tijdens het fysiek ontwerp vastgesteld.

Cellen die niet elementair zijn, die dus uit andere cellen zijn opgebouwd, worden ‘samengestelde’ cellen genoemd.

Cellen die deel uitmaken van een samengestelde cel worden ‘deelcellen’ genoemd.

Een cel kan een deelcel van verschillende samengestelde cellen zijn. Ook kan een cel op verschillende plaatsen binnen eenzelfde samengestelde cel voorkomen. Van iedere cel die een component van een samengestelde cel is, worden de positie en de oriëntatie binnen die samengestelde cel vastgesteld. Deze worden als volgt beschreven:

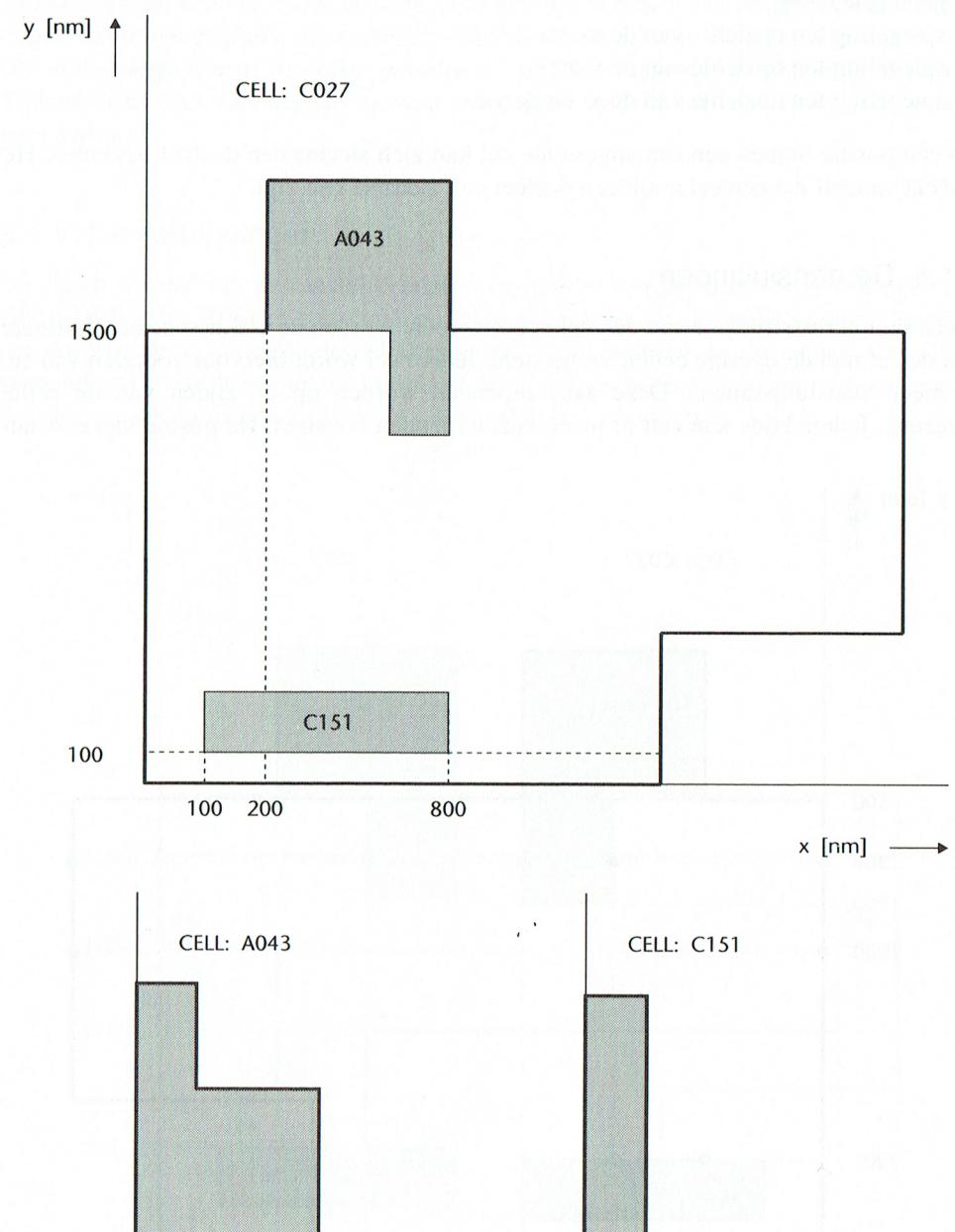
- de rechthoekige coördinaten van het beginpunt van de zijde met volgnummer 1 van de deelcel;
- de eventuele rotatie van de deelcel ten opzichte van de uitgangspositie die bij de definitie van deze deelcel gold;
- de eventuele spiegeling van de deelcel ten opzichte van de uitgangspositie.

Een spiegeling wordt altijd uitgevoerd vóór een rotatie. Een rotatie wordt altijd uitgevoerd voordat de deelcel naar de door de coördinaten aangegeven positie binnen de samengestelde cel wordt geschoven.

De coördinaten worden uitgedrukt in nanometers. De rotaties zijn altijd veelvouden van  $90^\circ$  en worden uitgedrukt door middel van een ‘rotatie-aanduiding’. Deze kan de volgende waarden aannemen:

- 0: geen rotatie;
- 1: een rotatie van  $90^\circ$ ;
- 2: een rotatie van  $180^\circ$ ;
- 3: een rotatie van  $270^\circ$ .

Alle rotaties gelden tegen de wijzers van de klok in.



Figuur 6.5 – De interne structuur van een cel

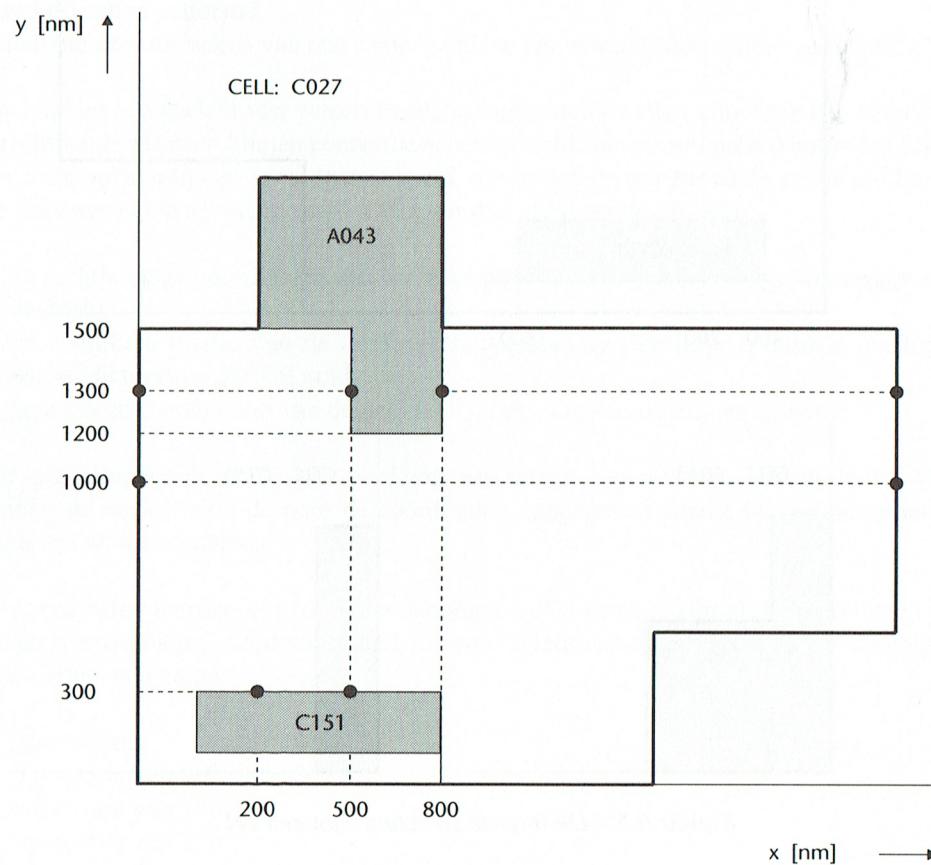
De spiegeling wordt uitgedrukt door middel van een ‘spiegelingaanduiding’. Deze kan de volgende waarden aannemen:

- 0: geen spiegeling;
- 1: spiegeling ten opzichte van de x-as;
- 2: spiegeling ten opzichte van de y-as;
- 3: spiegeling ten opzichte van de x- en de y-as.

Op één positie binnen een samengestelde cel kan zich slechts één deelcel bevinden. Het spreekt vanzelf dat een cel nooit een deelcel van zichzelf kan zijn.

#### 6.1.4 De aansluitingen

Nadat de interne structuur van een cel is ontworpen, worden de elektrische aansluitingen van de cel met de overige cellen vastgesteld. Iedere cel wordt hiervoor voorzien van een of meer ‘aansluitpennen’. Deze aansluitpennen worden op de zijden van de cellen geplaatst. Iedere zijde kan een of meer aansluitpennen bevatten. De positie van een aan-

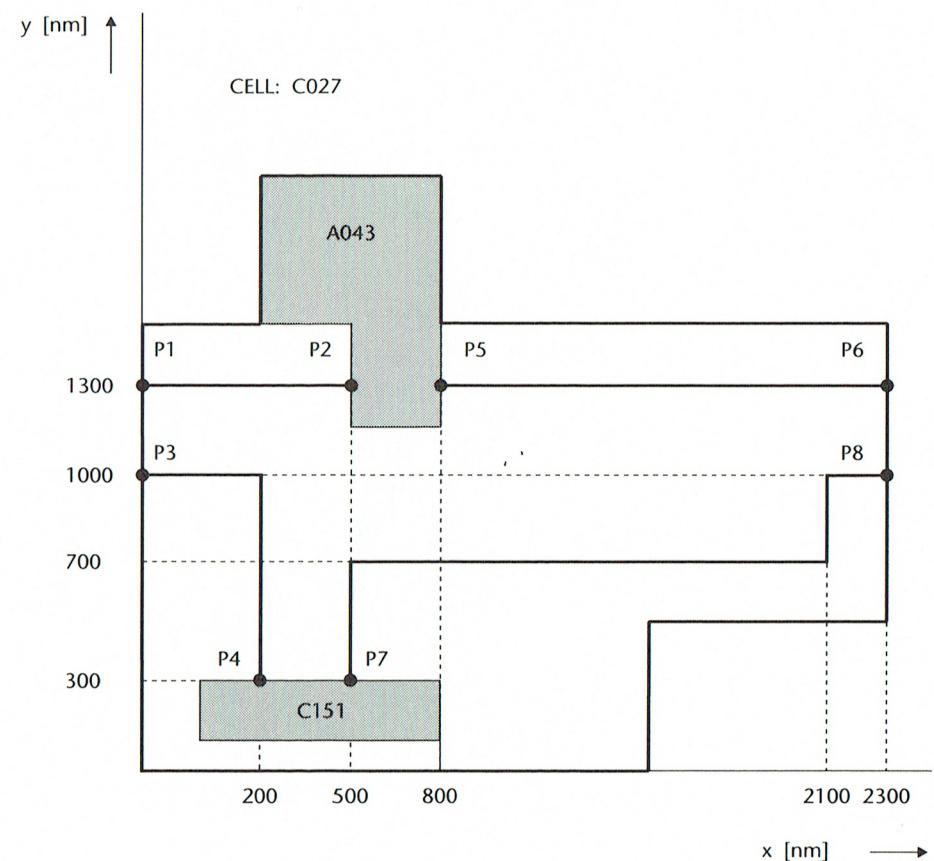


Figuur 6.6 – De aansluitingen

sluitpen binnen een cel wordt bepaald door het volgnummer van de zijde en de afstand, uitgedrukt in nanometers, tussen het beginpunt van de zijde en de pen. Wanneer zich op één zijde meer pennen bevinden, worden zij op deze zijde opeenvolgend genummerd. Tijdens deze fase van het IC-ontwerp worden de fysieke afmetingen van de pennen verwaarloosd.

#### 6.1.5 De verbindingen

De cellen worden via de aansluitpennen door middel van geleidende verbindingen met elkaar verbonden. Binnen een samengestelde cel worden de deelcellen met de aansluitpennen van de samengestelde cel verbonden. Soms worden de deelcellen met elkaar verbonden. De aansluitpennen van eenzelfde cel mogen nooit met elkaar worden verbonden. Iedere aansluitpen mag in slechts één verbinding voorkomen.



Figuur 6.7 – De verbindingen

Iedere verbinding heeft de vorm van een rechthoekig gebroken lijn. De afzonderlijke lijnstukken hiervan worden 'verbindingsstukken' genoemd. Van ieder verbindingstuk worden de lengte en de richting bepaald. De lengte wordt uitgedrukt in nanometers. De richting wordt uitgedrukt door middel van een richtingsaanduiding. Deze kan de volgende waarden aannemen:

- 0: de richting van de x-as;
- 1: de richting van de y-as.

De verbindingsstukken worden per verbinding oplopend genummerd.

Iedere verbinding heeft een bepaalde breedte. Deze wordt in nanometers uitgedrukt en geldt voor alle verbindingsstukken van de betreffende verbinding.

