



Institut
Mines-Télécom

Modélisation physique des cellules logiques ...

Modèles pour le placement routage, le
format "LEF"

Yves Mathieu



Introduction

Technologie

Macros

Conclusion



Library Exchange Format

- Fichier ASCII (lisible) pour décrire:
 - Une technologie
 - Une bibliothèque de cellules
 - Une macrocellule (RAM, pll...)
- Dans la pratique
 - Un fichier par technologie et par variante
 - Un fichier par bibliothèque de cellules
 - Un fichier par macrocellule spécifique



Plan

Introduction

Technologie

Macros

Conclusion



LEF : Technologie

- Liste des niveaux technologiques utilisables pour le routage
- Règles de largeur et d'espacement des niveaux
- Définition des contacts et via et règles d'assemblage
- Résistance et capacité des niveaux technologiques
- Coefficients pour le calcul de l'effet d'antenne.
- Sites pour le placement et l'alignement des cellules



LEF: Layers

- Les niveaux sont définis dans l'ordre de la fabrication (de bas en haut)
 - PO MASTERSLICE
 - CO CUT
 - M1 ROUTING
 - VIA1 CUT
 - M2 ROUTING
 - VIA2 CUT
 - ...
- Masterslice : on ne peut router dans ce niveau mais on peut s'y connecter



LEF: Layers

- LAYER layername
- TYPE ROUTING ;
- DIRECTION HORIZONTAL|VERTICAL;
- PITCH distance;
- WIDTH defwidth,
- SPACING minSpacing;
- RESISTANCE RPERSQ value; (ohms par carré)
- CAPACITANCE CPERSQDIST value; (picofarad par micron carré)
- DENSITY ...
- ...



LEF: Manufacturing grid. Sites

- MANUFACTURINGGRID value;
- Alignement des géométries
- Toutes formes géométriques et cellules
- ATTENTION: problèmes potentiels à l'occasion de l'import / export.
- Exemple : Cadence Encounter, Cadence Virtuoso.
- SITE sitename;
 - CLASS classname ;
 - SYMMETRY ...
 - SIZE ...



LEF: Contacts entre couches

- VIA viaName
- ...
- VIARULE : génération d'assemblage de vias
- ATTENTION : pas de "gros trous" mais grille de vias.
- TOPOFSTACKONLY



Plan

Introduction

Technologie

Macros

Conclusion



LEF: Macros

- MACRO macroname
- CLASS
 - CORE : cellules standard
 - BLOCK : macro cellules
 - PAD : les I/Os
- Exemple: un ou-exclusif à 2 entrées

```
MACRO HS65_LSS_X0R2X6
CLASS CORE ;
  SIZE 1.600 BY 2.600 ;
  SYMMETRY X Y ;
  SITE CORE ;
```

- Placer les cellules sur le site "CORE".

LEF: Macros

```
PIN A
DIRECTION INPUT ;
USE SIGNAL ;
PORT
LAYER M1 ;
POLYGON 0.370 0.470 0.580 0.470 0.580 0.520 1.455 0.520
1.455 1.310 1.345 1.310 1.345 0.620 0.370 0.620 ;
END
ANTENNAGATEAREA 0.165 ;
END A
```

■ Contribution à l'effet d'antenne



LEF: Macros

PIN B

 DIRECTION INPUT ;

 USE SIGNAL ;

 PORT

 LAYER M1 ;

 POLYGON 0.240 1.165 0.330 1.165 0.330 1.345 0.945 1.345
 0.945 1.070 1.045 1.070 1.045 1.455 0.240 1.455 ;

 END

 ANTENNAGATEAREA 0.165 ;

END B

■ C'est un "SIGNAL"



LEF: Macros

PIN Z

 DIRECTION OUTPUT ;

 USE SIGNAL ;

 PORT

 LAYER M1 ;

 POLYGON 0.810 0.710 1.255 0.710 1.255 1.850 1.025 1.850
 1.025 1.750 1.145 1.750 1.145 0.800 0.810 0.800 ;

 END

 ANTENNADIFFAREA 0.372 ;

END Z

- Diminue l'effet d'antenne.



LEF: Macros

```
PIN gnd
  DIRECTION INOUT ;
  USE GROUND ;
  SHAPE ABUTMENT ;
  PORT
    LAYER M1 ;
    POLYGON 0.000 -0.200 1.600 -0.200 1.600 0.360 0.180 0.360
    0.180 0.845 0.080 0.845 0.080 0.360 0.000 0.360 ;
  END
END gnd
```

- C'est un noeud spécial. Aboutement des cellules



LEF: Macros

```
PIN vdd
  DIRECTION INOUT ;
  USE POWER ;
  SHAPE ABUTMENT ;
  PORT
    LAYER M1 ;
    POLYGON 0.000 2.240 1.600 2.240 1.600 2.800 0.000 2.800
  END
END vdd
```

- C'est un noeud spécial. Aboutement des cellules



LEF: Macros

OBS

```
LAYER M1 ;  
POLYGON 0.060 0.955 0.340 0.955 0.340 0.755 0.440 0.755  
0.440 0.955 0.795 0.955 0.795 1.215 0.695 1.215 0.695 1.055  
0.150 1.055 0.150 1.750 0.245 1.750 0.245 1.850 0.060 1.850  
LAYER M1 ;  
POLYGON 0.765 1.950 1.345 1.950 1.345 1.840 1.445 1.840  
1.445 2.050 0.765 2.050 ;  
END  
END HS65_LSS_X0R2X6
```

- Le routeur sait passer entre les obstacles.

Introduction

Technologie

Macros

Conclusion



Mais aussi...

Le format DEF

- Design Exchange Format
- Pour sauver le layout placé/routé.
- Assemblage de boites noires
- Information géométriques
- Information de netlists : ce n'est pas un simple fichier "graphique"



Mais aussi...

Open Access

- Base de donnée "normalisée"
- Plus de fichiers d'échange textuels
- Contient "tout"
- Convertisseurs: oa2def oa2lef oa2spf oa2verilog
oaStrmIn oaStrmOut
- Convertisseurs: cdb2oa def2oa lef2oa spf2oa strm2oa
verilog2oa
- ATTENTION: de graves problèmes de compatibilité
 - Entre Cadence Synopsys et autres fournisseurs d'outils
 - Dans les DK avec les outils d'un même fournisseur
(Encounter/Virtuoso)



Pourquoi maîtriser cette syntaxe?

- Pour créer ses propres macros cellules
- Pour adapter les macros cellules générées par Encounter
- Pour adapter les macros cellules fournies par le fondeurs mais peu compatibles avec Encounter...