



Institut
Mines-Télécom

Modélisation physique des cellules logiques ...

Modèles pour le placement routage, le
format "LEF"

Yves Mathieu





Plan

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_XOR2X6  
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

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_XOR2X6
```

- Le routeur sait passer entre les obstacles.



Plan

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 oa2spef oa2verilog
oaStrmIn oaStrmOut
- Convertisseurs: cdb2oa def2oa lef2oa spef2oa 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...