

# ЛЕКЦИЯ 8

доц. д-р Стела Стефанова

## Правила и алгоритми за разполагане на компоненти

### 1. Подготовка на платката за разполагане на компоненти

Преди започване на процеса на разполагане на компонентите на платката е необходимо са бъдат зададени подходящи конфигурационни параметри на платката. За целта трябва да бъдат направени следните проверки:

#### 1.1. Проверка на очертанието на платката очертанието за разполагане

##### Check the board outline and place outline

**Board outline** – граница на печатната платка, дефинирана на глобалния слой;

**Place outline** – дефинира размер на област за разполагане на графичното изображение на корпуса на компонент. Всеки корпус трябва да има такава област. Layout използва Place Outline, за да определи дали възникват нарушения на разстоянията между компонентите по време на процеса на разполагане.

##### Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Obstacles** или команда **Tool => Obstacle=>Select From Spreadsheet** (Фиг. 1);
- Преглед на колоната **Obstacle Type** в електронната таблица за проверка на **Board outline** и **Place outline** за широчина или височина и слой.

Obstacle Name	Width or Height	Obstacle Type	Layer	Corners	Times Used
84	1	Place outline	Global Layer	5	1
86	10	Detail	ASYTOP	5	1
88	10	Detail	SSTOP	5	1
90	1	Place outline	Global Layer	5	1
92	10	Detail	ASYTOP	2	1
94	10	Detail	ASYTOP	5	1
96	10	Detail	SSTOP	2	1
98	10	Detail	SSTOP	5	1
99	1	Free track	Global Layer	2	1
100	1	Place outline	Global Layer	5	1
101	1	Free track	TOP	2	1
102	10	Detail	ASYTOP	9	1
103	50	Board outline	Global Layer	5	1
104	10	Detail	SSTOP	9	1
106	1	Place outline	Global Layer	5	1
108	8	Detail	SSBOT	2	1
110	8	Detail	ASYBOT	2	1
112	8	Detail	SSBOT	5	1
114	8	Detail	ASYBOT	5	1
116	1	Place outline	Global Layer	5	1
118	1	Place outline	Global Layer	5	1

Фиг. 1. Проверка на очертанието на платката очертанието за разполагане

#### 1.2. Проверка за мрежата за разполагане

##### Check the place grid

По подразбиране мрежата за разполагане е **100 mils**, когато е зареден технологичен шаблон по подразбиране (default.tch).

##### Алгоритъм

- Избор на **Options => System Settings**

#### 1.3. Проверка на огледалните и библиотечните слоевете

##### Check the mirror layer or Library Layer

- Проверява се кои слоеве са конфигурирани да имат огледално разположени очертания, стекове петна и текст на друг слой по време на разполагането;

- Проверява се съответствието на име на слой и библиотечен слой;

#### Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Layers** или **Tool => Layers => Select from spreadsheet**
- Проверка на установяванията в колона Mirror Layer и Layer Name да бъдат противоположни;
- Проверка на съответствието между име на слой и подходящ библиотечен слой;

#### 1.4. Задаване на тегло, осветеност и цветен код на мрежата

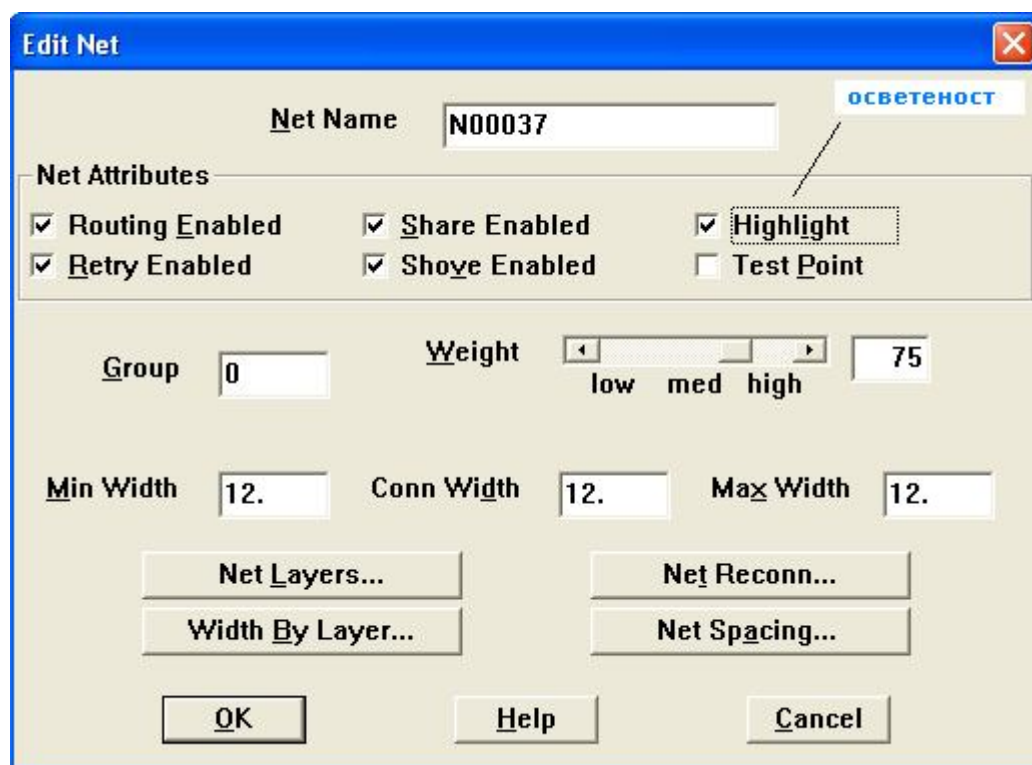
##### Weighting and color-coding nets

**Мрежи с тегло (Weighting nets)** – Мрежите с по-голямо тегло и техните компоненти се запазват заедно, като Layout задава по-висок приоритет за тях в процеса на разполагане. Теглата на мрежите се задават в линеен мащаб от **0** до **100**.

#### Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Nets** или **Tool => Nets => Select from spreadsheet;**
- Избор на клетка с името на мрежата, за която ще се променя тегло и осветеност. Изпълнява се команда от pop-up menu => **Properties** или двоен клик на ляв бутон;
- Промяна на теглото на мрежата и избор на опция за осветеност **Highlight** в диалоговия прозорец **Edit Net;**
- Промяната на друг цвят на избраната мрежа става от pop-up menu => **Change Colors.**

Net Name	Color	Width		Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
		Min	Max				
GND_SIGNAL		25		Yes	Yes	50	Std
N00037		12		Yes	Yes	75	Std
N00054		12		Yes	Yes	50	Std
N00080		12		Yes	Yes	50	Std
N00087		12		Yes	Yes	50	Std
N00127		12		Yes	Yes	50	Std



Фиг. 2. Промяна на тегло, осветеност и цветен код на мрежа

#### 1.5. Проверка на информацията за поделемите и изводите в пакетите

##### Check gate and pin data

Информацията в електронната таблица за пакетите (**Package Spreadsheet**) се използва за да се провери дали може да се осъществява размяна (swap) на поделемите между еднакви компоненти или само в един пакет, как са подредени поделемите в пакета.

## Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Package** или **Tool => Package => Select from spreadsheet;**

Package Name or Pin Number	Gate Name	Pin Name	Gate Group	Pin Group	Pin Type
Package R					
Pad 1		1	1	0	None
Pad 2		2	1	0	None
Package BZX84C4V7L					
Pad 1		A	1	0	None
Pad 2		C	1	0	None
Package UA741					
Pad 1		OFFSET1	1	0	None
Pad 2		-IN	1	0	Load
Pad 3		+IN	1	0	Load
Pad 4		V-	1	0	None
Pad 5		OFFSET2	1	0	None
Pad 6		OUT	1	0	Source
Pad 7		V+	1	0	None
Pad 8		8	0	0	None
Package BDB01A					
Pad 1		EMITTER	1	0	None
Pad 2		BASE	1	0	Load
Pad 3		COLLECTOR	1	0	None
Package HEADER_1					
Pad 1		1	1	0	None

Фиг. 3. Проверка на информацията за пакетите

## 1.6. Проверка и закрепване на предварително поставените компоненти

### Check and secure preplaced components

#### 1.6.1. Понятие за предварително поставени компоненти

##### Предварително поставени компоненти (Preplaced components)

- Компоненти или корпуси, които са поставени още на ниво схематика или като част от технологичен шаблон или шаблон на платка;
- Тези компоненти трябва да бъдат подходящо поставени преди да започне разполагането на останалите компоненти;
- Предварително поставените компоненти могат да включват:
  - съединители, монтажни отвори, памети, интегрални схеми с голям брой изводи;
  - предварително дефинирани схеми, които трябва да бъдат разполагани в специфични позиции, поради механични или температурни ограничения.

#### 1.6.2. Закрепване на предварително поставените компоненти

След разполагането на предварително поставените компоненти, те трябва да бъдат установени в избраните позиции, за да не могат да бъдат местени при разполагането на другите компоненти. Това може да бъде реализирано по два начина със следните команди:

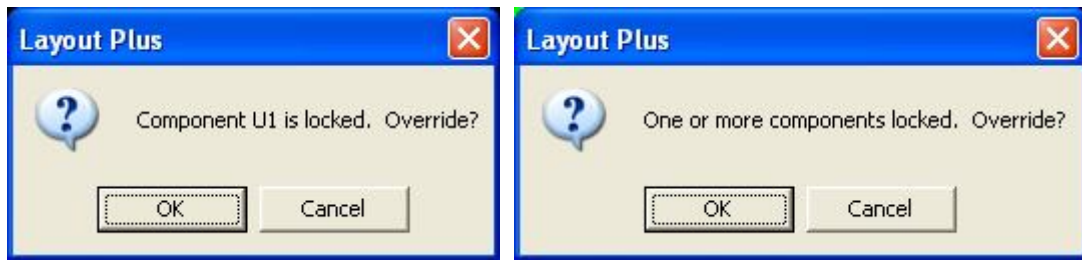
- **Команда Lock** – за временно заключване на компонент в определена позиция;
- **Команда Fix** – за трайно фиксиране на компонент в определена позиция.

##### Алгоритъм за заключване/фиксиране:

- Маркиране на компонент;
- **Pop-up меню => Fix/Lock** или
- Команда **Tool=>Component=>Fix/Lock.**

#### 1.6.3. Алгоритъм за отмяна на заключване/фиксиране

- **Отмяна на заключване** – избор на заключения компонент (или заключенияте компоненти) и избор на бутон ОК при поява на диалоговите съобщения от Фиг. 4.
- **Отмяна на фиксиране**
  - Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Components** или команда **Tool => Components=>Select From Spreadsheet;**
  - в електронната таблицата се избира компонентът, който има вдигнат флаг Yes;
  - в диалоговия прозорец **Edit Component** и се отменя опцията **Fix** (виж. Фиг. 5).



Фиг. 4. Отмяна на временно заключени с команда **Lock** компоненти

Ref Des	Enabled	Footprint Name	Package Name	Comp Rotation	Location X, Y	Flags
12	Yes	MTHOLE1_12		0	200,1900	Yes
13	Yes	MTHOLE1_13		0	200,200	Yes
14	Yes	MTHOLE1_14		0	1400,1900	Yes
15	Yes	MTHOLE1_15		0	1400,200	Yes
C1	Yes	RC100\200+ C1	CAPACITOR_POL	0	800,700	No
D1	Yes	D300 D1	BZX84C4V7L	90	400,700	No
JH1	Yes	TP_JH1	HEADER_1	0	400,1600	No
JH2	Yes	TP_JH2	HEADER_1	0	400,500	No
JH3	Yes	TP_JH3	HEADER_1	0	1100,1600	No
JH4	Yes	TP_JH4	HEADER_1	0	1100,500	No
Q1	Yes	T0220AB Q1	BDB01A	0	900,1600	Yes
R1	Yes	R200 R1	R	270	400,1400	No
R2	Yes	R200 R2	R	90	1100,1400	No
R3	Yes	R200 R3	R	270	1100,1000	No
U1	Yes	DIP8_U1	UA741	0	600,1000	Yes

Фиг. 5. Отмяна на постоянно фиксирани с команда **Fix** компоненти

## 1.7. Дефиниране на области на включване/изключване на компоненти (keepin/keepout)

### Creating height or group keepins and keepouts

#### 1.7.1. Понятие за области на включване/изключване на компоненти

- **област на включване на компоненти (Keepin)** – област, дефинирана върху определен слой на платката, предназначена да съдържа всички компоненти от дадена група, определена по някакъв признак.
- **област на изключване на компоненти (Keepout)** – област, дефинирана върху определен слой на платката, предназначена да изключва всички компоненти от дадена група, определена по някакъв признак.

#### 1.7.2. Видове области на включване/изключване на компоненти

OrCAD Layout дава възможност за ограничаване на разполагането на компонентите на базата на физически ограничения и принадлежност към група, като се използват следните видове очертавания:

- **Comp height keepins** – съдържа всички компоненти с височина равна или по-голяма от зададената;
- **Comp height keepouts** – изключва всички компоненти с височина равна или по-голяма от зададената;
- **Comp group keepins** – съдържа всички компоненти от дадена група;
- **Comp group keepouts** – изключва всички компоненти от дадена група.

#### Алгоритъм

- Избор на **Obstacle Toolbar button => pop up menu New** или команда **Tool => Obstacle=> New;**
- Изчертаване на правоъгълна затворена област, която да дефинира желаната **keepin** или **keepout** област;
- Избор на команда от **pop up menu Properties** или двоен клик с ляв бутон на мишката в дефинирания правоъгълник;
- В диалоговия прозорец **Edit Obstacle**, показан на Фиг. 6, се редактират следните полета:
  - Поле **Obstacle Type** – избира се **Comp height keepins** или **Comp height keepouts;**
  - Поле **Height** - въвежда се желаната височина на компонента.
- В диалоговия прозорец **Edit Obstacle** се редактират следните полета:
  - Поле **Obstacle Type** – избира се **Comp group keepins** или **Comp group keepouts;**
  - Поле **Group** - въвежда се число, съответстващо на номера на групата компоненти.

## 1.8. Зареждане на файл-стратегия за разполагане

Файловете-стратегии конфигурират дисплея на системата т.е. какво е необходимо да се вижда по време на разполагане на компонентите – например очертавания на компонентите, електрически връзки, означения. Препоръчва се да се зареди файл-стратегия за разполагане **PLSTD.sf**, преди изпълнение на ръчно разполагане на компонентите.

#### Алгоритъм

- Избор на команда **File => Load;**
- В диалоговия прозорец **Load File** се променя типът на файловете да бъде **\*.sf** ;
- Избор на файл-стратегия за разполагане **PLSTD.sf**.

## 1.9. Групиране на компонентите за разполагане

### Grouping Components for Placement

Групирането на компонентите с цел подобряване на процеса на разполагане може да се извърши както на ниво схематика, така и в **Layout**.

#### Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Components** или команда **Tool => Components=>Select From Spreadsheet;**
- в електронната таблицата се избират компонентите, които трябва да бъдат групирани;
- в диалоговия прозорец **Edit Component** в поле **Group #** се въвежда цяло число за номера на групата (виж. Фиг. 7).

**Edit Obstacle**

Obstacle Name: 105

Obstacle Type: Comp height keepin

Group:      Height:      Width: 10.

Obstacle Layer: TOP

**Copper Pour Rules**

Clearance:      Z order:     

Note: Use Pin Tool command 'Toggle Copper Pour Seed' to set copper pour seedpoints

Isolate all tracks       Seed only from designated object

Net Attachment ('-' for none): -

Do Not Fill Beyond Obstacle Edge

Hatch Pattern..      Comp Attachment..

OK      Help      Cancel

Фиг. 6. Дефиниране на области на включване/изключване на компоненти

**Edit Component**

Reference Designator: R1

Package: R

Value: 2.7K

Footprint...: R200

**Location**

X: 400.      Y: 1400.      Rotation: 270

Group #: 3      Cluster ID: -

**Component flags**

Fixed       Locked       Key

Not in Netlist       Route Enabled       Do Not Rename

OK      Help      Cancel

Фиг. 7. Създаване на групи от компоненти за подобряване на процеса на разполагане

## 1.10. Забрана на мрежите „захранване“ и „земя“

### Disabling the power and ground nets

Ако мрежите „захранване“ и „земя“ не са критични по отношение на разполагането, то трябва да се забрани опроводяването на всички мрежи, присъединени към плоскостните слоеве (plane layers). Това би довело до значително подобряване на работата на системата в процеса на разполагане.

#### Алгоритъм

- Избор на електронната таблица **Spreadsheet Toolbar button => Nets** или **Tool => Nets => Select from spreadsheet;**
- В електронната таблица на мрежите се избират с натиснат клавиш CNTL всички мрежи, присъединени към плоскостните слоеве (обикновено VCC и GND);
- Избор на команда **Enable => Disable** от pop-up меню и в резултат флагът в колоната **Routing Enable** на електронната таблица за тези мрежи се променя на **No** (Фиг. 8).

Net Name	Color	Width Min Con Max	Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
RD5		8	Yes	Yes	50	Std
RD6		8	Yes	Yes	50	Std
RD7		8	Yes	Yes	50	Std
RDY/		8	Yes	Yes	50	Std
RESET/		8	Yes	Yes	50	Std
SEL		8	Yes	Yes	50	Std
V+12		15	No	Yes	50	Std
V12N		15	No	Yes	50	Std
VCC		15	No*	Yes	50	Vert
VCLKA		8	Yes	Yes	50	Std
VCLKC		8	Yes	Yes	50	Std
VD0		8	Yes	Yes	90	Std
VD1		8	Yes	Yes	90	Std
VD2		8	Yes	Yes	90	Std
VD3		8	Yes	Yes	90	Std
VD4		8	Yes	Yes	90	Std
VD5		8	Yes	Yes	90	Std
VD6		8	Yes	Yes	90	Std
VD7		8	Yes	Yes	90	Std
WAIT/		8	Yes	Yes	50	Std
WSTAT/		8	Yes	Yes	50	Std

Фиг. 8. Забрана на мрежите „захранване“ и „земя“ в процеса на разполагане на компоненти

## 2. Правила за разполагане на компоненти

При разполагане на компонентите върху печатната платка трябва да бъдат спазвани следните общи правила:

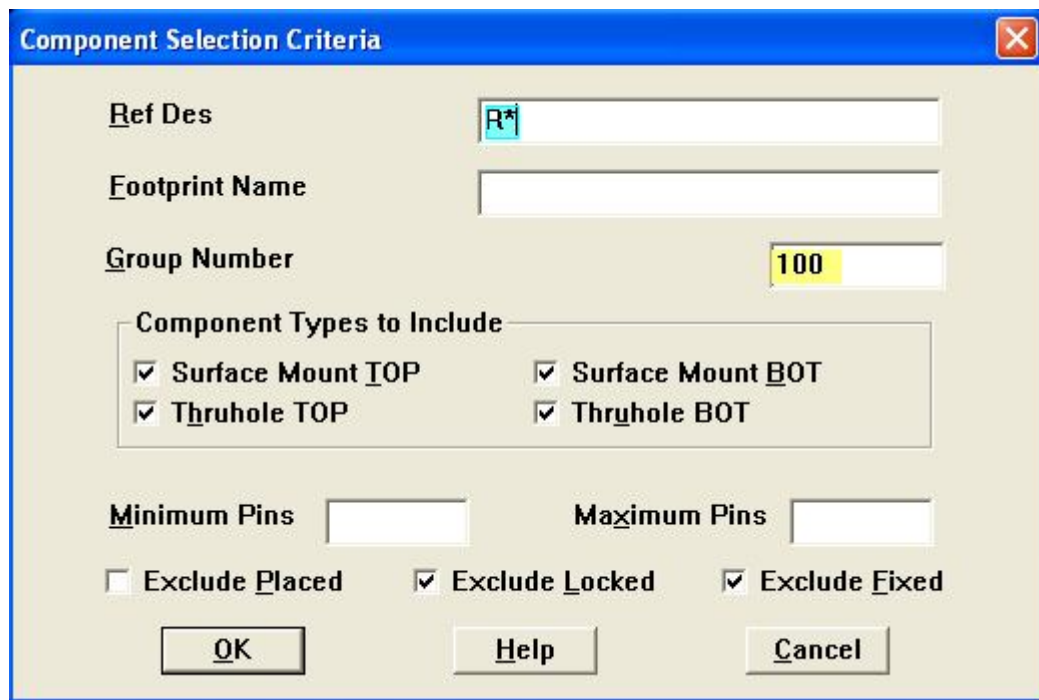
- Куплунзи, конектори и компоненти за управление и настройка се разполагат в края на платката;
- Най-напред се разполагат компонентите с голям брой изводи и връзки (обикновено в средата на платката);
- Интегралните схеми се разполагат хоризонтално по редове или вертикално в колони с еднакво ориентиран първи извод;
- Филтриращите кондензатори трябва да се разполагат близо до интегралните схеми (спрямо захранването);
- Еднотипните дискретни елементи (резистори, кондензатори диоди) се разполагат в групи (вертикално или хоризонтално ориентирани), като стремежът е минимална дължина на връзките;
- Компонентите могат да бъдат групирани и разполагани на функционален принцип (вход, изход, управление и т.н.);
- Компонентите могат да бъдат групирани и разполагани по признак захранване, особено в случаите, когато трябва да бъдат разделени аналоговите и цифровите захранване и земя, което налага да се разделят (split) на плоскостните слоеве на отделни зони, присъединени към съответните мрежи;
- Компонентите могат да бъдат разполагани на базата на физически рестрикции или принадлежност към група (дефиниране на области keepins, keepouts);
- SMT елементи могат да се разполагат на огледалния (mirror) слой, като се използват огледални надписи и очертания.

### 3. Правила и команди за разполагане на компонентите

#### 3.1. Индивидуално разполагане на компоненти (Place components individually)

##### Алгоритъм

- Избор на команда **Tool => Components** или
- Избор на **Component toolbar button** команда **Pop-up** меню => **Query for Placement;**
- В диалоговия прозорец **Component Selection Criteria** се въвеждат означение, корпус или критерии за разполагане (виж Фиг. 9). Могат да бъдат използвани символите "?", "\*" за избор на група компоненти;
- Избор на команда **Edit => Select Next** или **Pop-up** меню => **Select Next;** Компонентът се прикрепя към курсора. Ако е избрана група компоненти (например R\*), към курсора най-напред се присъединява елементът с най-голям номер на мрежата.
- Избраният компонент (или компоненти) се влачи до желаната позиция и се разполага с клик на ляв бутон на мишката в избраната позиция.



Фиг. 9. Диалогов прозорец Component Selection Criteria

#### 3.2. Разполагане на групи компоненти (Placing component groups)

##### 3.2.1. Създаване на групи компоненти на ниво схематика

- Функционално свързаните компоненти могат да бъдат обединени в група още на ниво схематика;
- Създаването на група компоненти в Capture става като за всеки компонент от групата с редактора на свойствата бъде създадено ново свойство със следните атрибути:
  - име на свойството - **Component Group;**
  - стойност на свойството - номерът на групата, към която ще принадлежи съответния компонент. Номерът е цяло число в интервала от **0** до **7500**.

##### 3.2.2. Алгоритъм за разполагане на групи компоненти

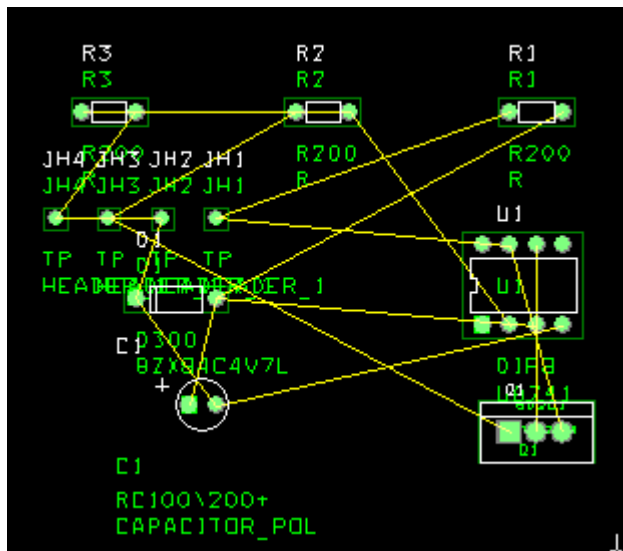
- Избор на команда **Tool=> Components => Select Filtered** или
- Избор на **Component toolbar button => Pop-up** меню => **Select Any**
- В диалоговия прозорец **Component Selection Criteria** в поле **Group Number** все въвежда номера на групата, дефиниран на ниво схематика (Фиг. 9). Всички компоненти от групата се присъединяват към курсора и се разполагат едновременно.
- Избраната група компоненти се влачи до желаната позиция и се разполага с клик на ляв бутон на мишката в избраната позиция.



## 5. Минимизиране на връзките за оптимално разполагане

### 5.1. Понятие за неопроводена връзка (ratsnest)

- представлява връзка (т.е. електрически път между два извода) с нулева дължина, оцветена в жълт цвят, която предстои да бъде опроводявана (Фиг. 18);
- при неопроводена платка показва мрежата от връзки с нулева дължина (връзки, които водят директно от петно на горен слой към петно на долен слой без движение в X, Y посока), които предстои да бъдат опроводявани за да се формират пистите на платката.



Фиг. 18. Мрежа от неопроводени връзки (ratsnest)

### 5.2. Команда за преизчисляване на неопроводените връзки

- В Layout е предвидена възможност за оценяване и преизчисляване на връзките в мрежите за намиране на най-оптимален (минимален) път в мрежата. Тази възможност може да бъде реализирана по два начина:
  - преизчисляване на връзките за избрани обекти от платката (един или няколко компонента), при което командата се изпълнява като локална команда;
  - преизчисляване на връзките за цялата платка, при което командата се изпълнява като глобална команда.

#### Алгоритъм

- Избор на определени компоненти и мрежи при изпълнение на локалната команда;
- Изпълнение на команда **Auto => Refresh => Minimize Connection** или
- **Component Toolbar => Pop-up => Minimize Connection;**

## 6. Проверки на разполагането на компоненти

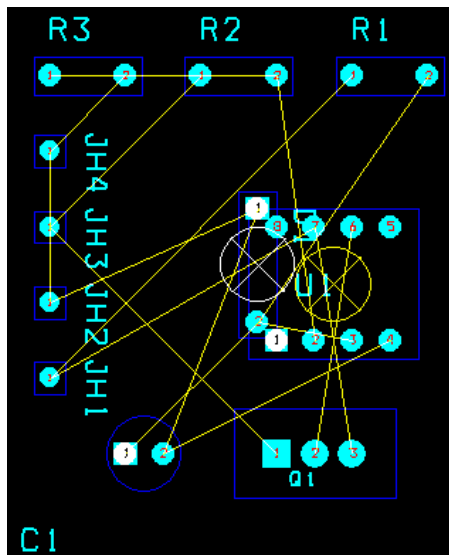
### 6.1. Проверка за нарушения на разстоянията при разполагане на компонентите (Placement Spacing Violations)

#### 6.1.1. Особенности

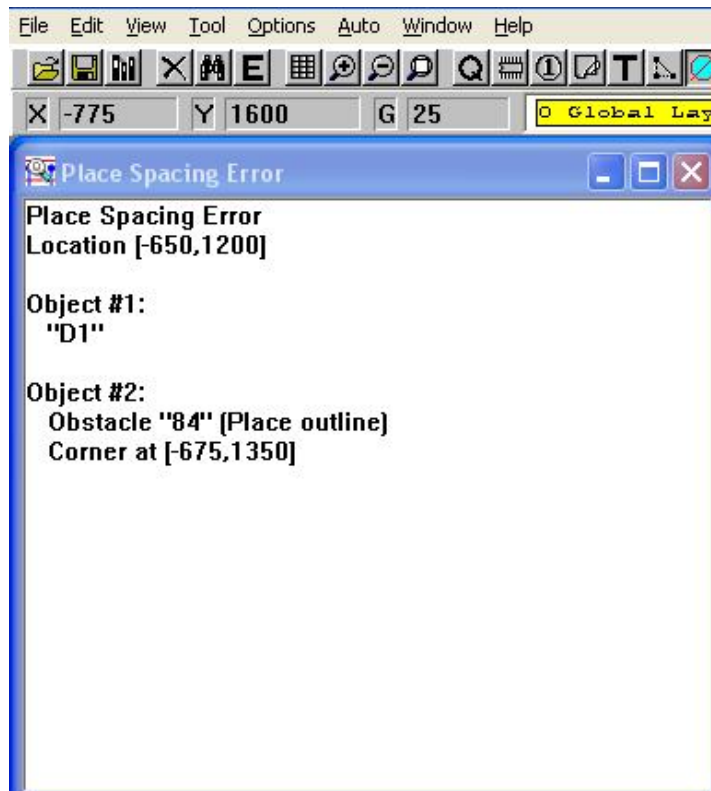
- Използва се очертаванията на компонентите (place outline) за проверка на разстоянията;
- Всеки проблем се маркира с кръг, както е показано на Фиг.19;
- Информация за проблема се получава при натискане на **Query Toolbar button** (виж Фиг. 20);
- При възникване на грешка се избира **Error Toolbar** бутон, посочва се грешката и информацията за грешката се появява в прозорец за запитване Query Window.

#### 6.1.2. Алгоритъм за проверка на разстоянията при разполагане на компоненти

- Избор на команда **Auto => Design Rule Check;**
- В диалоговия прозорец **Check Design Rules** избор на бутон **Clear All** (виж Фиг. 21);
- Избор на опция **Placement Spacing Violations;**
- DRC процесът в Layout проверява платката и маркира грешките с кръгове.



Фиг. 19. Маркиране на грешките при разполагане на компоненти с кръг

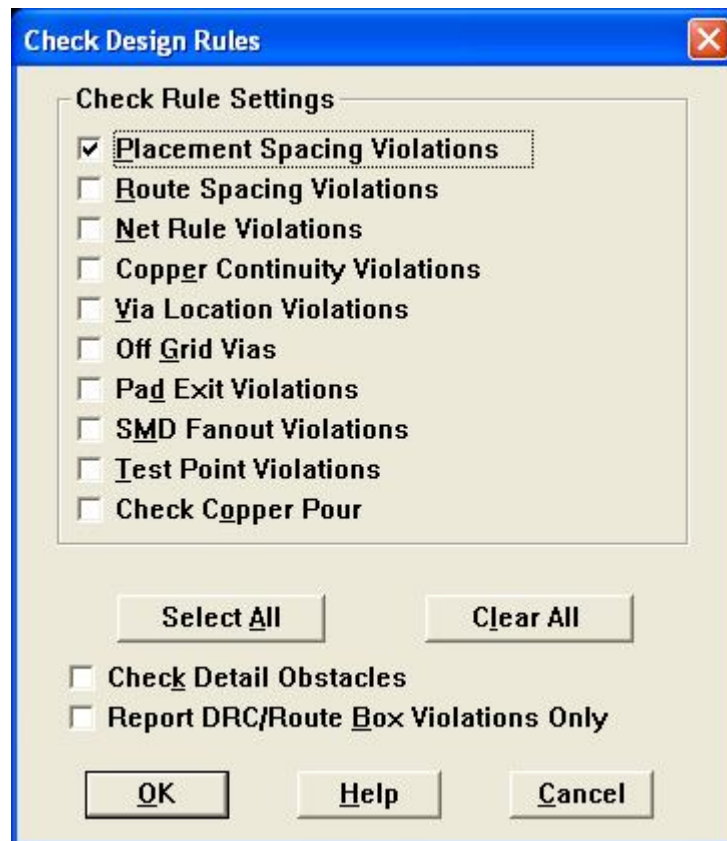


Фиг. 20. Извеждане на информация за грешките при разполагане на компоненти

## 6.2. Проверки на плътността на разполагане на компоненти

### 6.2.1. Понятие за граф на плътността

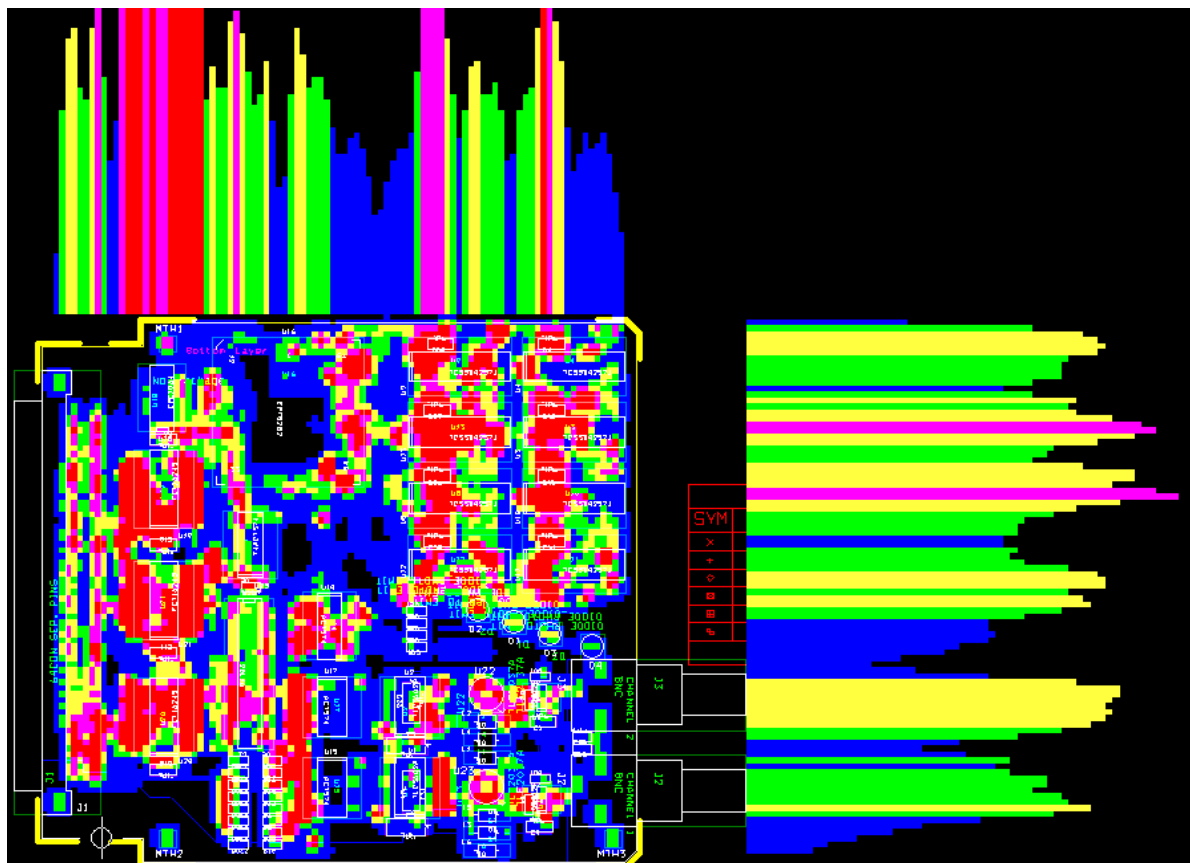
- **Граф на плътността (Density Graph)** – показва графично представяне на плътността при разполагане на компонентите и при опроводяването (Фиг. 22);
- Използва цветно кодиране:
  - от син цвят до зелен цвят – малка, допустима плътност;
  - до розов цвят или червен цвят – голяма и най-голяма плътност.
- Представява степента на трудност, която ще се срещне при опроводяването на платката;
- Визуализира два вида данни:
  - плътност на платката (**board density**) – показва брой на петна и връзки в дадена област в платката и се визуализира като цветни области вътре в платката;
  - плътност на пистите (**track density**) – демонстрира плътността на опроводяването и се визуализира като бар граф отгоре и отдясно на платката.



Фиг. 21. Диалогов прозорец за проверка на грешки при разполагане

### 6.2.1. Команда за извеждане на граф на плътността

- Команда за извеждане на граф на плътността **View => Density Graph => Fine, Medium, Coarse**
- Команда за връщане към проекта **View => Design**



Фиг. 22. Граф на плътността за разполагане на компонентите и за плътността на опроводяване

### 6.3. Статистика на разполагането на компоненти (Placement Statistics)

Разполагането на всички компоненти на платката се проверява чрез извеждане на статистика на разполагането, която е показана на Фиг. 23.

#### Алгоритъм

- Команда за извеждане на статистика на разполагането  
**View => Database Spreadsheets => Statistics** или  
**Spreadsheet toolbar button => Statistics;**
- Показва се електронната таблица за статистиката;
- Търсят се редовете за разполагане на компонентите - **%Placed Row.**

Statistic	Enabled	Total
Board Area	22.3	22.3
Equivalent IC's	57.0	57.0
Sq. inches per IC	0.39	0.39
# of pins	855	855
Layers	2	16
Design Rule Errors	0	0
Time Used	4:46	4:46
<b>% Placed</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Placed</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
<b>Off board</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Unplaced</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Clustered</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Routed</b>	<b>578</b>	<b>578</b>
<b>% Routed</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Unrouted</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>% Unrouted</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>
<b>Partials</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>% Partials</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>
<b>Vias</b>	<b>324</b>	<b>324</b>

Фиг. 23. Електронна таблица за статистика за разполагане на компонентите