

# ЛЕКЦИЯ 5

доц. д-р Стела Стефанова

## МОДЕЛИ НА ПАСИВНИ АНАЛОГОВИ КОМПОНЕНТИ И ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ПРИБОРИ

### I. МОДЕЛИ НА ПАСИВНИ АНАЛОГОВИ КОМПОНЕНТИ

#### 1. Описание на резистор

##### 1.1. Общ формат за описание на резистор

**Rxxx <+възел><-възел> [<име на модел>]  
+<ст-ст на съпротивлението> [TC1 = <стойност> [,TC2 = <стойност >]**

където

TC1 – линеен температурен коефициент, TC2 – квадратичен температурен коефициент.

**Пример:**

**R12 5 0 2.4Meg TC1=0.05**

##### 1.2. Описание на резистор с команда MODEL

###### 1.2.1. Общ формат на описание на модела на резистор

**.MODEL <име на модел> RES (R=<стойност > TC1=<стойност >  
+TC2=<стойност > [,TCE=<стойност >])**

###### 1.2.2. Параметри на модела на резистор

В Таблица 1 са показани параметрите на модела на резистор.

Параметър	Описание	Стойност по подразбиране
R	мащабен множител	1
TC1	Линеен температурен коефициент [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]	0
TC2	Квадратичен температурен коефициент [ $^{\circ}\text{C}^{-2}$ ]	0
TCE	Експоненциален температурен коефициент [%/ $^{\circ}\text{C}$ ]	0
T_MEASURED		
T_ABS		
T_REL_LOCAL		
T_REL_GLOBAL		

Таблица 1. Параметри на модела на резистор

###### 1.2.3. Изчисляване на стойността на съпротивлението при зададени параметри на модела TC1 и TC2

$$R_{\text{sum}} = \text{<ст-ст на съпротивлението>} * R * (1 + TC1 * (T - T_{\text{nom}}) + TC2 * (T - T_{\text{nom}})^2)$$

$T_{\text{nom}} = 27^{\circ}$  - номинална температура

**Пример:**

**R12 12 8 RTEMP 10K**

**.MODEL RTEMP RES (R=2 TC1 = 0.02 TC2 = 0.005)**

Въпреки, че обръщението към модела на резистора RTEMP се извършва със стойност 10к, реалните изчисления в PSpice ще се извършват със стойност 20к и допълнителните членове, отразяващи влиянието на линейния и квадратичния температурни коефициенти.

###### 1.2.4. Изчисляване на стойността на съпротивлението при зададен експоненциален коефициент TCE

$$R_{\text{sum}} = \text{<ст-ст на съпротивлението>} * R * 1,01^{TCE * (T - T_{\text{nom}})}$$

Линейният и квадратичният температурни коефициенти не могат да се дефинират едновременно с експоненциалния температурен коефициент.

**Пример:**

**.MODEL RMODEL RES (R = 3 DEV = 5% TCE = 0.015)**

## 2. Описание на кондензатор

### 2.1. Общ формат за описание на кондензатор

**Sxxx <+възел><-възел> [<име на модел>]  
+<ст-ст на капацитет> [IC = <начална стойност на напрежението>]**

където IC – начална стойност на напрежението върху кондензатора

**Пример:**

**C12 2 0 10p IC = 0.5**

### 2.2. Описание на кондензатор с команда MODEL

#### 2.2.1. Общ формат на описание на модела на кондензатор

**.MODEL <име на модел> CAP(C=<стойност> VC1=<стойност>  
+ VC2=<стойност> TC1 = <стойност> TC2 = <стойност>)**

#### 2.2.2. Параметри на модела на кондензатор

В Таблица 2 са показани параметрите на модела на кондензатор.

Параметър	Описание	Стойност по подразбиране
C	Мащабен множител	1
VC1	Линеен коефициент на напрежението [V <sup>-1</sup> ]	0
VC2	Квадратичен коефициент на напрежението [V <sup>-2</sup> ]	0
TC1	Линеен температурен коефициент [°C <sup>-1</sup> ]	0
TC2	Квадратичен температурен коефициент [°C <sup>-2</sup> ]	0

Таблица 2. Параметри на модела на кондензатор

Във всички модели задължително участват:  
T\_ABS, T\_MEASURED, T\_REL\_LOCAL, T\_REL\_GLOBAL

#### 2.2.3. Изчисляване на стойността на кондензатора при дефинирани параметри

$$C_{sum} = \text{ст-ст на капацитет} * C * (1 + VC1 * V + VC2 * V^2) + (1 + TC1 * (T - T_{nom}) + TC2 * (T - T_{nom})^2)$$

V – стойност на напрежението върху кондензатора по време на преходен процес.

## 3. Описание на бобина

### 3.1. Общ формат за описание на бобина

**Lxxx <+възел><-възел> [<име на модел>]  
+<ст-ст на индуктивност> [IC = <начална стойност на тока>]**

където IC – начална стойност на тока през бобината

**Пример:**

**L12 1 0 12m IC = 20u**

### 3.2. Описание на бобина с команда MODEL

#### 3.2.1. Общ формат на описание на модела

**.MODEL <name> IND ( L = <стойност> IC1 = <стойност>  
+ IC2 = <стойност> + TC1 = <стойност> TC2 = <стойност>)**

#### 3.2.2. Параметри на модела на бобина

В Таблица 3 са показани параметрите на модела на бобина.

Параметър	Описание	Стойност по подразбиране
L	Мащабен множител	1
IC1	Линеен коефициент на тока през бобината [A <sup>-1</sup> ]	0
IC2	Квадратичен коефициент на тока през бобината [A <sup>-2</sup> ]	0
TC1	Линеен температурен коефициент [°C <sup>-1</sup> ]	0
TC2	Квадратичен температурен коефициент [°C <sup>-2</sup> ]	0

Таблица 3. Параметри на модела на бобина

Във всички модели задължително участват:  
T\_ABS, T\_MEASURED, T\_REL\_LOCAL, T\_REL\_GLOBAL

### 3.2.3. Стойност на индуктивността при зададени параметри на модела

$$L_{sum} = \text{< ст-ст на индуктивност >} * L * (1 + IC1*I + IC2 * I^2) + (1 + TC1*(T-T_{ном}) + TC2*(T-T_{ном})^2)$$

**I** - стойност на тока през бобината по време на преходен процес

## II. МОДЕЛИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ПРИБОРИ

### 1. Описание на диод

#### 1.1. Обръщение към модела на диод

**Dxxx <в. анод><в. катод><име на модел>**  
**[<коэф. на кратност AREA>]**

**AREA** служи за имитиране на паралелно включени еднакви прибори.

#### 1.2. Общ формат на описание на модела на диод

**.MODEL <име на модел> D ( [<параметри на модела>] )**

Пример:

**D12 1 0 D1N4001**

Стандартни библиотеки с модели на диоди:

**diode.lib**  
**ediode.lib**  
**jdiode.lib**

### 2. Описание на биполярен транзистор

#### 2.1. Обръщение към модела на биполярен транзистор

**Qxxx <в. колектор><в. база><в. емитер> [<възел на подложката>]**  
**+<име на модел> [<коэф. на кратност AREA >]**

#### 2.2. Общ формат на описание на модела на биполярен транзистор

**.MODEL <име на модел> NPN ( [<параметри на модела >] )**  
**.MODEL <име на модел> PNP ( [<параметри на модела >] )**

Пример:

**Q3 5 12 8 Q2N2220**

Стандартни библиотеки с модели на биполярни транзистори:

**bipolar.lib**  
**ebipolar.lib**  
**jbipolar.lib**

### 3. Описание на полеви транзистор

### 3.1. Обръщение към модела на полеви транзистор

Jxxx <drain><gate><source> [*<възел на подложката>*]  
+<име на модел> [*<коэф. на кратност AREA >*]

### 3.2. Общ формат на описание на модела на полеви транзистор

.MODEL <име на модел> NJF ([<параметри на модела >])  
.MODEL <име на модел> PJF ([<параметри на модела >])

Пример:

J1 5 12 8 J2N3370

Стандартни библиотеки с модели на полеви транзистори:

jfet.lib  
ejfet.lib,  
jjfet.lib

## 4. Описание на MOS транзистор

### 4.1. Обръщение към модела на MOS транзистори

Mxxx <drain><gate><source> <възел на подложката>  
+<име на модел> [W=<value>] [L=<value>]...

### 4.2. Общ формат на описание на модела на MOS транзистори

.MODEL <име на модел> NMOS ([<параметри на модела>])  
.MODEL <име на модел> PMOS ([<параметри на модела>])

Пример:

M1 5 12 8 2 M2N6659

Стандартни библиотеки с модели на MOS транзистори:

pwrmos.lib,  
jpwrmos.lib,  
motormos.lib