

# ЛЕКЦИЯ 14

доц. д-р СТЕЛА СТЕФАНОВА

## МНОГОВАРИАНТЕН ПОСТОЯННОТОКОВ АНАЛИЗ (Постояннотокова развивка DC Sweep Analysis)

### 1. Същност на многовариантния анализ по постоянен ток

Многократен постояннотоков анализ, който позволява да се определят стационарните токове и напрежения и логическите състояния (при цифрови устройства) в електронната схема като се извършва изменение на постояннотоков източник на напрежение или ток, моделен или глобален параметър или температура в диапазон от стойности. Работната точка на схемата се изчислява за всяка стойност от развивката на входната променлива.

### 2. Приложение на многовариантния анализ по постоянен ток

Многовариантният постояннотоков анализ може да бъде използван за получаване и изследване на:

- температурната зависимост на обратния колекторен ток на биполярен транзистор;
- волт-амперната характеристика на ценеров диод и температурната зависимост на тази характеристика;
- фамилията изходни характеристики на биполярен транзистор  $I_c(U_{ce})$  и др.

### 3. Команда в PSpice за дефиниране на многовариантен постояннотоков анализ

Многовариантният постояннотоков анализ може да бъде осъществен при изменение на една или две променливи величини:

- Многовариантен постояннотоков анализ с една променлива величина – осъществява се чрез постояннотоковата развивка (DC Sweep);
- Многовариантен постояннотоков анализ с две променливи величини – осъществява се чрез вложена постояннотоковата развивка и се използва за построяване на фамилии от характеристики.

#### 3.1. Общ формат на команда DC

Общият формат на командата за дефиниране на постояннотоковата развивка може да бъде записан по следните няколко начина:

```
.DC [LIN]<име на първа променлива> <начална стойност>  
+ <крайна стойност> <стъпка на изменение>  
+ [<име на втора променлива> <начална стойност>  
+ <крайна стойност> <стъпка на изменение>]
```

```
.DC [OCT] <име на първа променлива><начална стойност>  
+ <крайна стойност> <брой точки на октава>  
+ [<име на втора променлива> <начална стойност> <крайна стойност>  
<брой точки на октава>]
```

```
.DC [DEC] <име на първа променлива><начална стойност>  
+ <крайна стойност> <брой точки на декада>  
+ [<име на втора променлива> <начална стойност> <крайна стойност>  
<брой точки на декада >]
```

**.DC <име на първа променлива> LIST <списък от стойности>  
+ [<име на втора променлива> LIST <списък от стойности>]**

Постояннотоковата развивка може да бъде дефинирана като линейна, логаритмична или зададена чрез списък от стойности (Таблица 1).

**Таблица 1**

<b>ПАРАМЕТЪР</b>	<b>ОПИСАНИЕ</b>	<b>ЗНАЧЕНИЕ</b>
<b>LIN</b> по подразбиране	Линейна развивка	Променливата се изменя линейно от началната стойност до крайната стойност със зададена стъпка
<b>OCT</b>	Логаритмична развивка по октави	Променливата се изменя в логаритмичен мащаб от началната стойност до крайната стойност със зададен брой точки в октава
<b>DEC</b>	Логаритмична развивка по декади	Променливата се изменя в логаритмичен мащаб от началната стойност до крайната стойност със зададен брой точки в декада
<b>LIST</b>	Списък от стойности	Променливата приема стойности в явен вид

### **3.2. Вложена постояннотокова развивка**

- дефинира се с две променливи;
- първата променлива определя вътрешния цикъл на дефинираната вложена структура анализи;
- изчисленията на анализите се извършват като вложен цикъл - за всяка стойност на втората променлива в зададения диапазон се изчисляват всички стойности на първата променлива в дефинирания за нея интервал

## **4. Примери за дефиниране на многовариантен постояннотоков анализ**

### **4.1. Многовариантен постояннотоков анализ с една променлива величина**

**.DC Vin 0 10 1**

Многовариантен постояннотоков анализ, които се извършва многократно при линейно изменение на независим източник на напрежение **Vin** в диапазон от стойности от 0 V до 10V със стъпка 1V.

### **4.2. Многовариантен постояннотоков анализ с две променливи величини**

**.DC VDS 0 10 0.5 VGS 0 5 1**

Многовариантен постояннотоков анализ, които се извършва многократно при линейно изменение на независими източници на напрежение **Vds** и **Vgs**, като за всяка стойност на **Vgs** в диапазона от стойности от 0 V до 5V със стъпка 1V се изчисляват всички стойности на **Vds** в интервала от стойности от 0 V до 10V със стъпка 0.5V.

### 4.3. Многовариантен постояннотоков анализ при изменение на моделен параметър

**.DC RES MODRES(R) 1 10 0.5**

- изменя се моделен параметърът R
- име на модела MODRES
- тип на модела RES

Многовариантен постояннотоков анализ, които се извършва многократно при линейно изменение на моделния параметър „мащабен множител R на резистор“ с модел MODRES в диапазон от стойности от 1 до 10 със стъпка 0.5.

### 4.4. Многовариантен постояннотоков анализ при изменение на температура

**.DC TEMP LIST 0 35 50 80**

Многовариантен постояннотоков анализ, които се извършва многократно при изменение на температурата по списък от стойности 0°C, 35°C, 50°C, 80°C.

### 4.5. Многовариантен постояннотоков анализ при изменение на глобален параметър

**.DC TEMP LIST -5 15 40 PARAM V<sub>supply</sub> 1 25 0.25**

- служебната дума PARAM означава, че след нея се дефинира име на глобален параметър V<sub>supply</sub>;

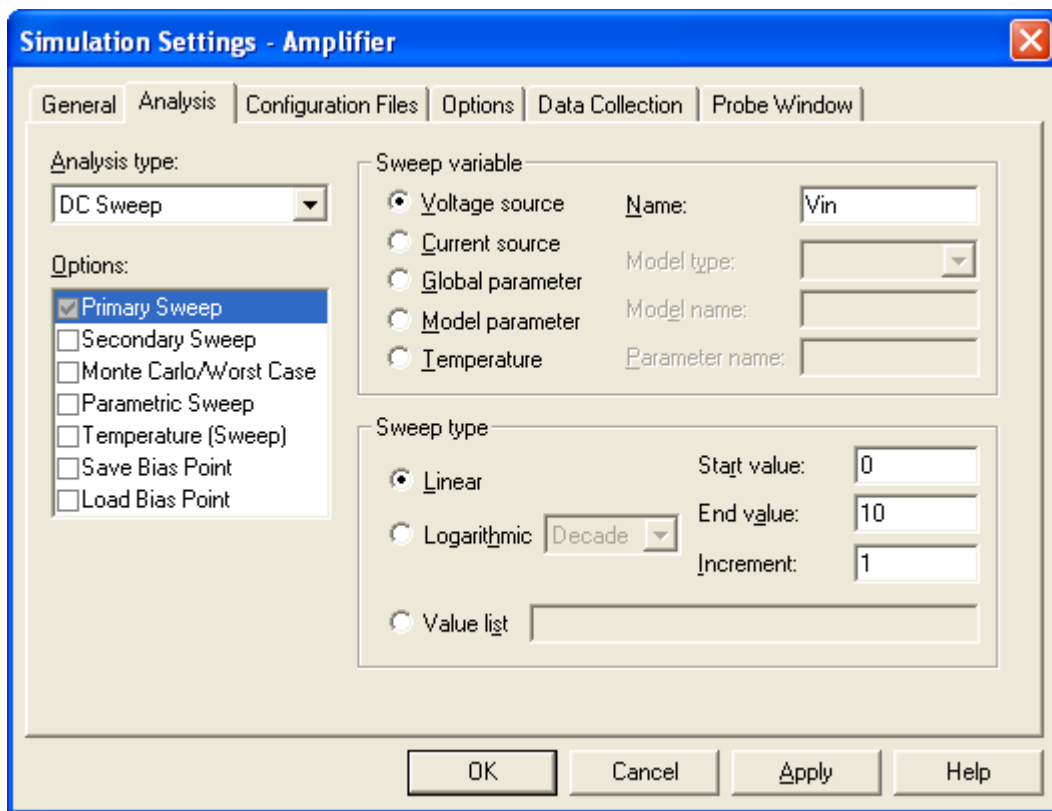
Многовариантен постояннотоков анализ, които се извършва многократно при линейно изменение глобален параметър V<sub>supply</sub> и на температурата, като за всяка стойност на V<sub>supply</sub> в интервала от 1V до 25V със стъпка 0,25V се изменя температурата по списък от стойности -5°C, 15°C, 40°C.

## 5. Дефиниране параметрите на многовариантен постояннотоков анализ в PSpice

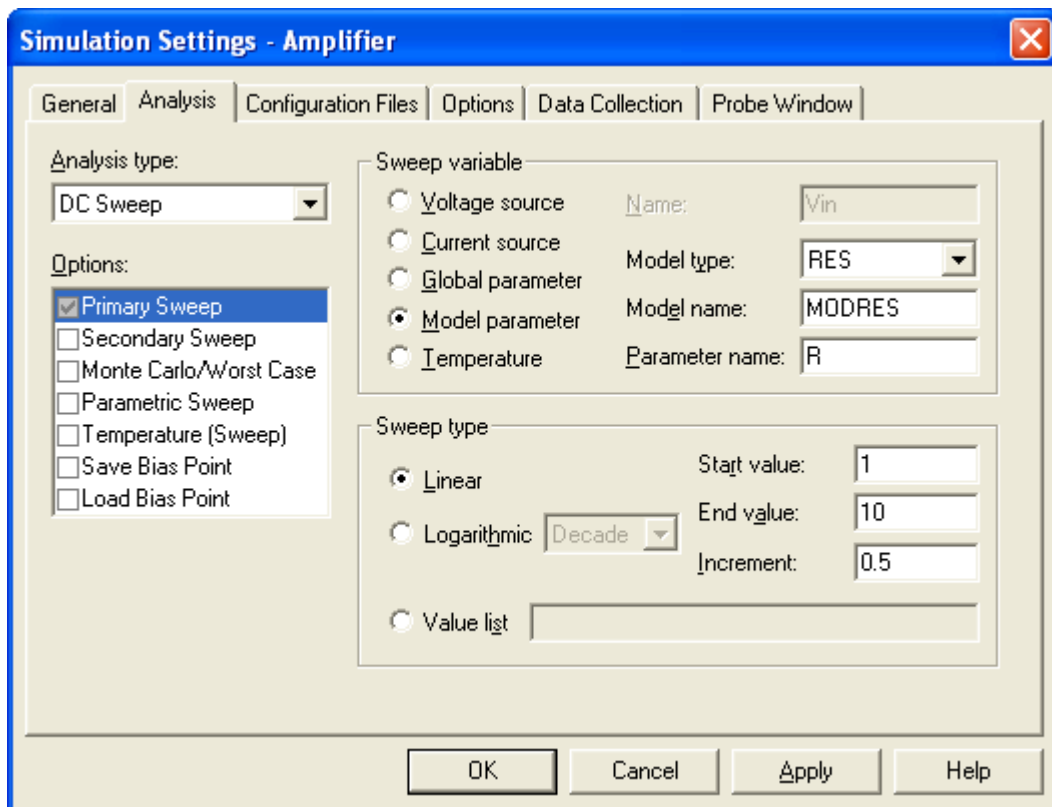
Дефиниране на параметрите на анализа (Фиг. 1):

- Команди на OrCAD Capture **Pspice – New Simulation Profile** или **Edit Simulation Profile**;
- В диалоговия прозорец **Simulation Setting** се избира **Analysis**;
- В Поле **Analysis Type** се избира **DC Sweep**;
- В поле **Options** се избират:
  - **Primary Sweep** – за дефиниране на първата променлива;
  - **Secondary Sweep** – за дефиниране на втората променлива.
- Въвежда се наименованието на източника на входно въздействие и типа на използваната развивка: **Linear, Logarithmic, Value List**.

На Фиг.1 е показан диалоговия прозорец за установяване на параметрите на анализа, описан в т. 4.1, а на Фиг. 2 – на анализа, описан в т. 4.3.



Фиг. 1. Диалогов прозорец за дефиниране на параметрите на анализа от т. 4.1

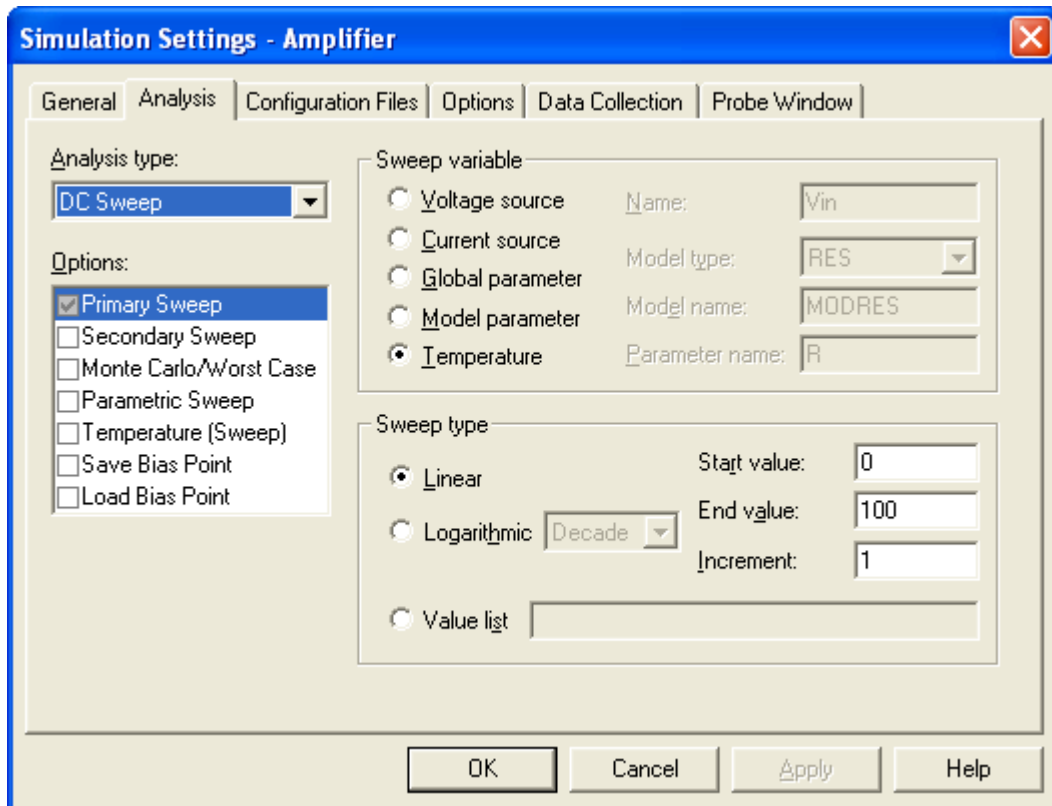


Фиг. 2. Диалогов прозорец за дефиниране на параметрите на анализа от т.4.3

## 6. Примери за приложение на многовариантен DC анализ

### 6.1. Изследване на температурната зависимост на обратните колекторни токове в усилвателна схема

За да се изследва температурната зависимост на обратните колекторни токове в усилвателна схема е необходимо да се дефинира многовариантен постоянен ток анализ, които се извършва многократно при линейно изменение на температурата в диапазона от 0°C, 100°C със стъпка 1°C (Фиг.3).



Фиг. 3. Диалогов прозорец за дефиниране на параметрите на анализа

След стартиране на симулатора и завършване на анализа се получават графиките на изменение на двата колекторни тока в зависимост от температурата, показани на Фиг.4.

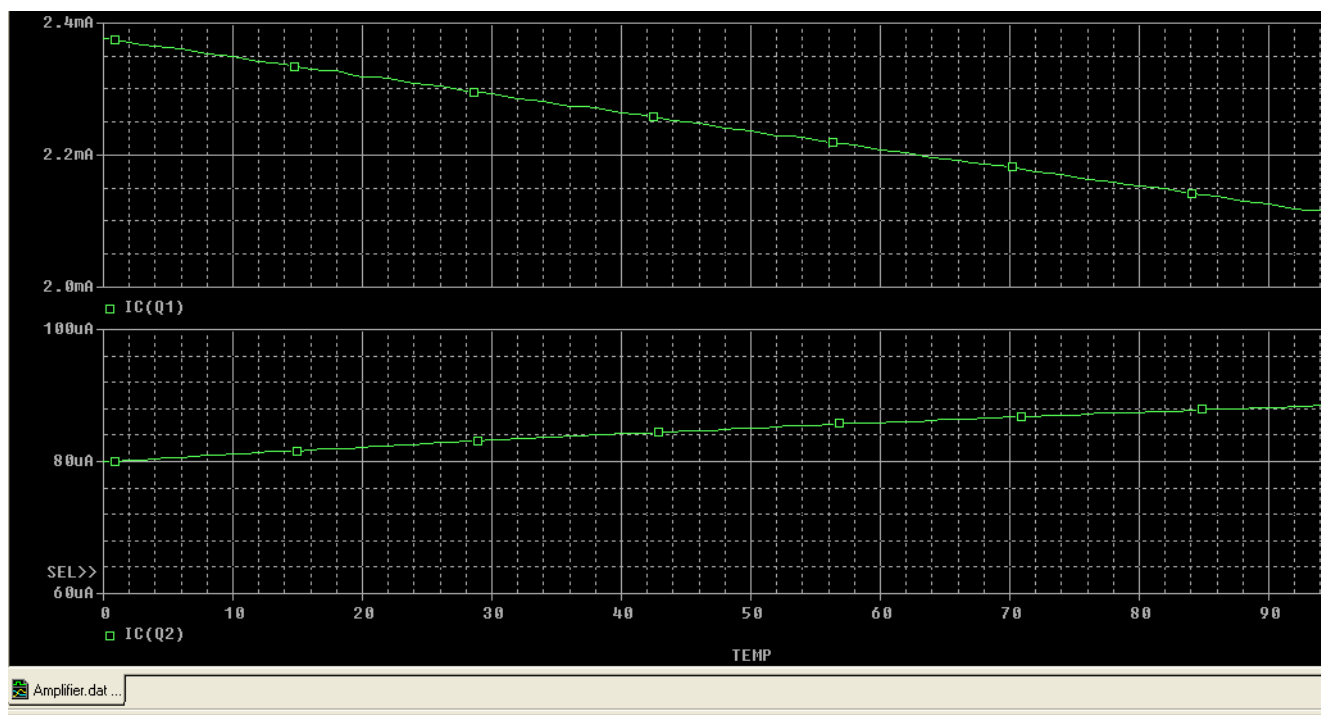
Във входния файл на Pspice <име>.cir се записва следната команда за дефиниране на многовариантен постоянен ток анализ с изменение на температурата в определен диапазон от стойности.

#### **\*Analysis directives:**

#### **.DC LIN TEMP 0 100 1**

Скорост на изменение на колекторния ток по отношение на температурата.

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta t^0} = \frac{I_{C2} - I_{C1}}{t_2^0 - t_1^0} = [A/^0C]$$

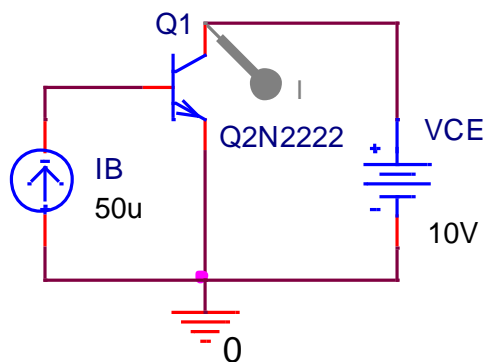


Фиг.4. Температурна зависимост на колекторните токове на усилвателна схема

## 6.2. Получаване на семейство изходни характеристики на биполярен транзистор

За да се получи фамилията от криви, описваща семейството изходни характеристики на биполярен транзистор е необходимо за се изследва зависимостта  $I_C(U_{CE})$  на колекторния ток от напрежението  $U_{CE}$  при различни стойности на базовия ток  $I_B$ .

За целта трябва да се анализира схемата, показана на Фиг.5. Необходимо е да се дефинира многовариантен постоянен ток анализ с две променливи, като се дефинира диапазона на изменение на стойностите им.

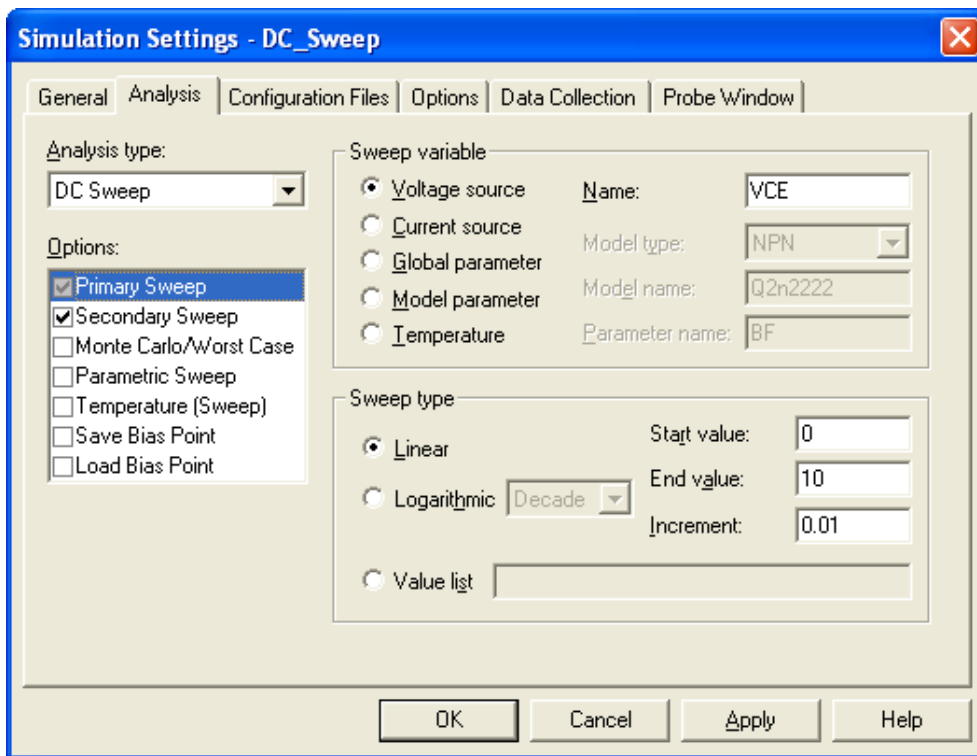


Фиг.5. Схема за определяне на зависимостта  $I_C(U_{CE})$

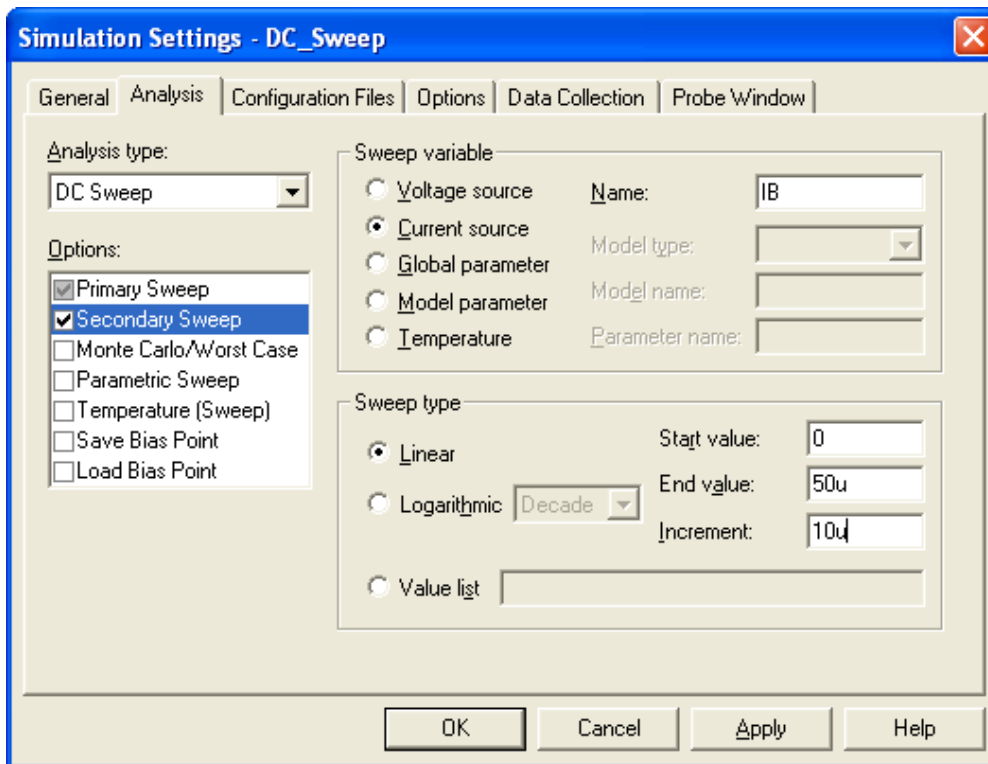
В PSpice трябва да бъдат дефинирани параметрите на **DC Sweep** анализа:

Основна променлива (**Primary Sweep**) -  $V_{CE}$  с линейно изменение от 0V до 10V през 0.01V, показана на Фиг. 6.

Втора променлива (**Secondary Sweep**) -  $I_B$  с линейно изменение от 0μA до 50μA през 10μA, показана на Фиг. 7.



Фиг. 6. Диалогов прозорец за дефиниране на **Primary Sweep**



Фиг. 7. Диалогов прозорец за дефиниране на **Secondary Sweep**

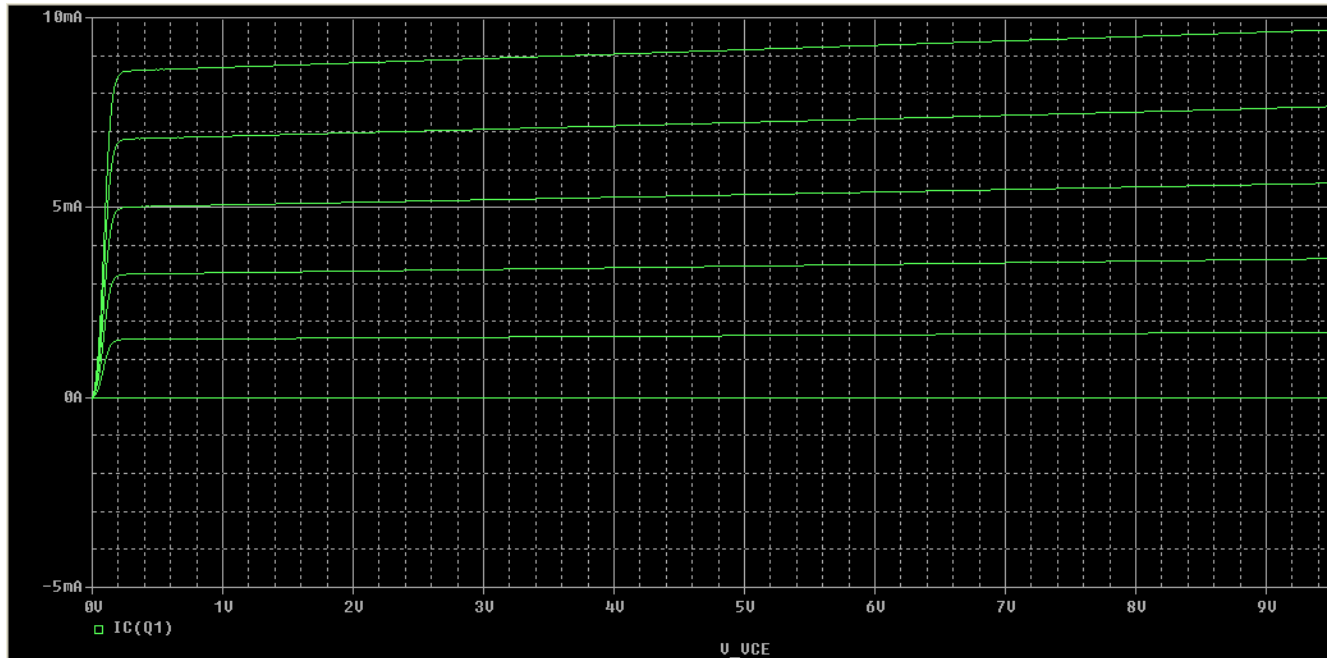
Във входния файл на Pspice <име>.cir се записва следната команда за дефиниране на многовариантен постоянен ток анализ:

**\*Analysis directives:**

**. DC LIN V\_VCE 0 10 0.01**

**+ LIN I\_IB 0 50u 10u**

Фамилията от криви, описваща семейството изходни характеристики на биполярен транзистор, е показана на Фиг.8.



Фиг. 8. Семейство изходни характеристики на биполярен транзистор