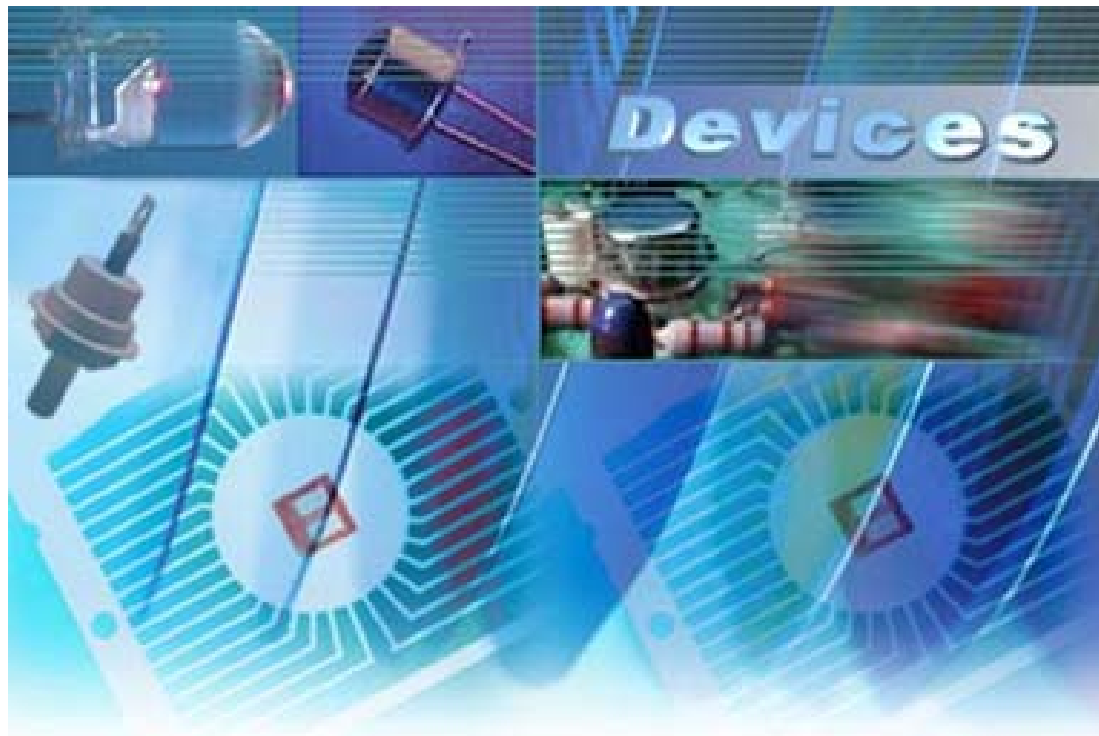




Изследване на пп.елементи посредством LTspice



© гл. ас. М. Цанов



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въведение.

Познаването на волт-амперните характеристики на пп.прибори е важна предпоставка за разбиране на принципа на действие на тези прибори, за определяне на основните им параметри, както и за съставяне на еквивалентните им схеми. За снемане на ВАХ трябва да разполагаме с подходяща апаратура и опитни постановки или да се използва подходящ симулатор, като LTSpice, което има следните предимства

- Не е необходимо да разполагаме с подходяща апаратура като : захранващи източници, генератори на ток, измервателни уреди, както и на лабораторен макет и полупроводникови елементи, за да можем да снемем техните характеристики и да определим основните им параметри
- Не се налага използването на допълнителни устройства, като АЦП и ЦАП, както и на подходящ софтуер с чиято помощ да изведем търсените характеристики върху монитор или да ги запазим
- Няма опасност за студентите при работа с високи напрежения и големи стойности на тока и не се налага прилагането на специални мерки за техническа безопасност
- Няма опасност от повреда на изследваният елемент дори, ако са надвишени максимално допустимите му параметри.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Цели и предпоставки

Разглеждат се начина на работа със симулатора, както и начините за въвеждане и редактиране на схеми и задаване на параметрите на стимулиращи източници, с цел снемане на ВАХ на пп.прибори .

След запознаване с материала вие ще знаете :

- Как се синтезира подходяща схема, за снемане на определена статична характеристика на определен тип пп.прибор, като се познава принципът му на действие.
- Как се задават параметрите на стимулиращи източници (генератори на ток и напрежение) за снемане на ВАХ на полупроводникови прибори.
- Как се снемат различни волт-амперни характеристики на различни полупроводникови прибори.

Предпоставки :Познаване на принципа на действие и ВАХ на пп. прибори.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Изтегляне и инсталиране на LTspice

- Инсталационният файл на програмата се намира на адрес: <http://www.linear.com/designtools/software/> .
- Ако разполагаме с операционна система Windows за изтегляне на програмата е необходимо в полето LTspice да се маркира опцията „Download LTspice IV for Windows“ ().

LTSPICE IV

LTspice IV

LTspice IV is a high performance SPICE simulator, schematic capture and waveform viewer with enhancements and models for easing the simulation of switching regulators. Our enhancements to SPICE have made simulating switching regulators extremely fast compared to normal SPICE simulators, allowing the user to view waveforms for most switching regulators in just a few minutes. Included in this download are LTspice IV, Macro Models for 80% of Linear Technology's switching regulators, over 200 op amp models, as well as resistors, transistors and MOSFET models.

- **Download LTspice IV for Windows** (Updated January 2, 2014)
- Download LTspice IV for Mac OS X 10.7+
- LTspice Information Flyer & Shortcuts
- Mac OS X Shortcuts
- LTspice Getting Started Guide
- LTspice Blog
- LTspice Demo Circuit Collection
- View Upcoming LTspice Seminars



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Изтегляне и инсталиране на LTspice

След избор на опцията за изтегляне на програмата се предлага възможност за регистриране (Register for a My Linear account). В случая програмата ще се обновява автоматично. Ако изберем варианта без регистрация (No thanks, just download the software) програмата няма да се обновява.

- LTpowerPlay
- Amplifier Simulation & Design
- Filter Simulation & Design
- Timing Simulation & Design
- PScope & QuikEval Evaluation Systems
- Dust Networks Starter Kits
- Dust Networks Programmer



LTSPICE IV

LTspice IV

LTspice IV is a high performance SPICE simulator, schematic capture and waveform viewer with enhancements and models for easing the simulation of switching regulators. Our enhancements to SPICE have made simulating switching regulators extremely fast compared to normal SPICE simulators, allowing the user to view waveforms for most switching regulators in just a few minutes. Included in this download are LTspice IV, Macro Models for 80% of Linear Technology's switching regulators, over 200 op amp models, as well as resistors, transistors and MOSFET models.

- [Download LTspice IV for Windows](#) (Updated January 2, 2014)
- [Download LTspice IV for Mac OS X 10.7+](#)
- [LTspice Information Flyer & Shortcuts](#)
- [Mac OS X Shortcuts](#)
- [LTspice Getting Started Guide](#)
- [LTspice Blog](#)
- [LTspice Demo Circuit Collection](#)
- [View Upcoming LTspice Seminars](#)

Follow LTspice on Twitter! 

View the LTspice Video Channel 



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

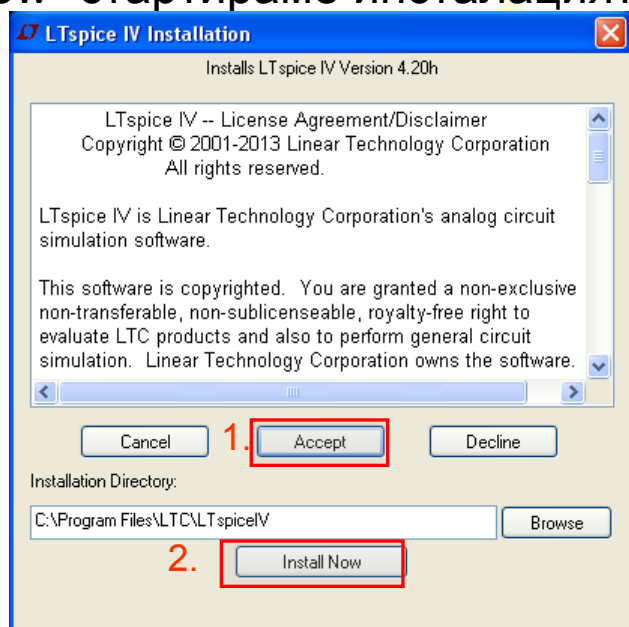


Изтегляне и инсталиране на LTspice

- След приключване на процеса на изтегляне на програмата на екрана на монитора се появява иконата на инсталационната програма.



- Стартираме инсталационната програма чрез кликване с мишката върху иконата и избор на командата "Run". Натискаме бутон „Accept“, сменяме инсталационната директория, ако желаем и чрез бутон „Install Now“ стартираме инсталацията на програмата.



След приключване на инсталацията на екрана на монитора се появява иконата на програмата.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

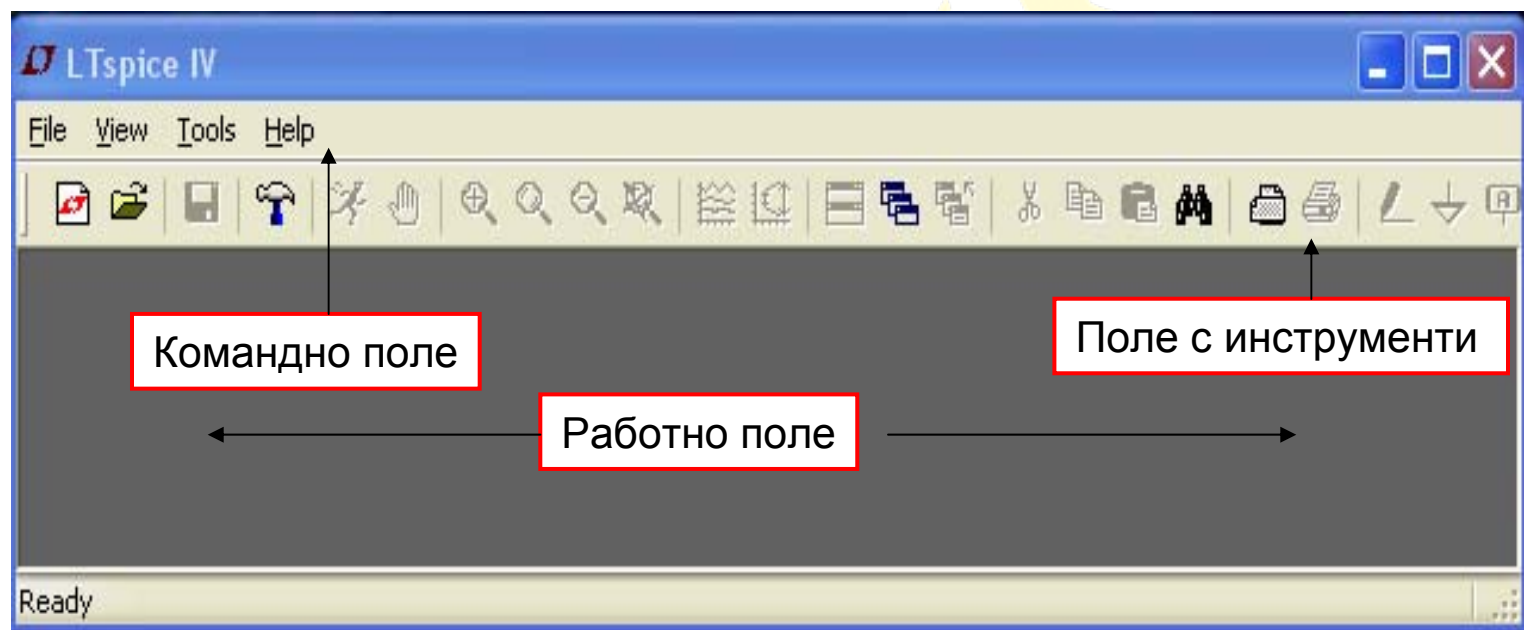
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции“

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Изтегляне и инсталиране на LTspice

- След като инсталацията приключи, програмата се стартира автоматично и на монитора се появява стартовият прозорец.
- Ако програмата е предварително инсталирана за стартирането ѝ е необходимо да кликнем върху иконата ѝ →



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

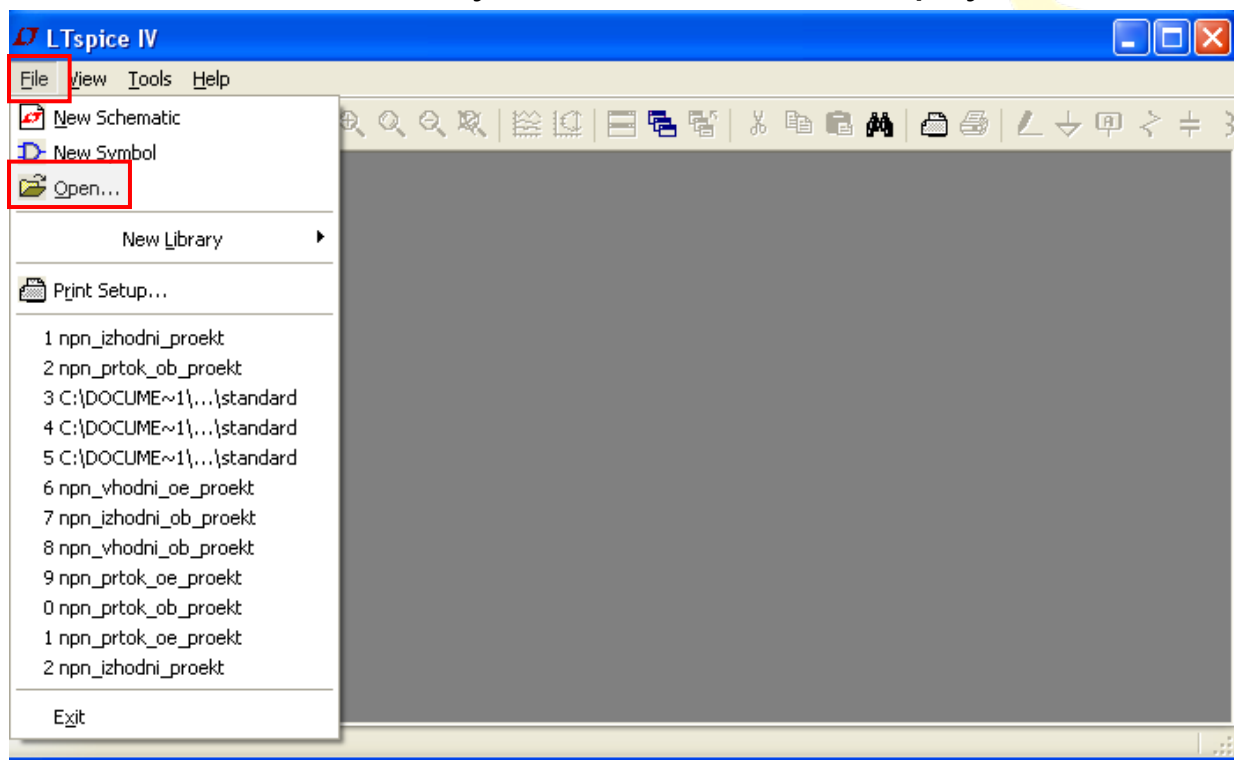
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Извеждане на предварително създадена схема

- 1.От командното поле се избира командата File .
- 2.В отворения прозорец се избира Open.
- 3.Избираме директорията, в която е записан файлът(с разширение .asc) и кликваме с левият бутон на мишката върху него.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

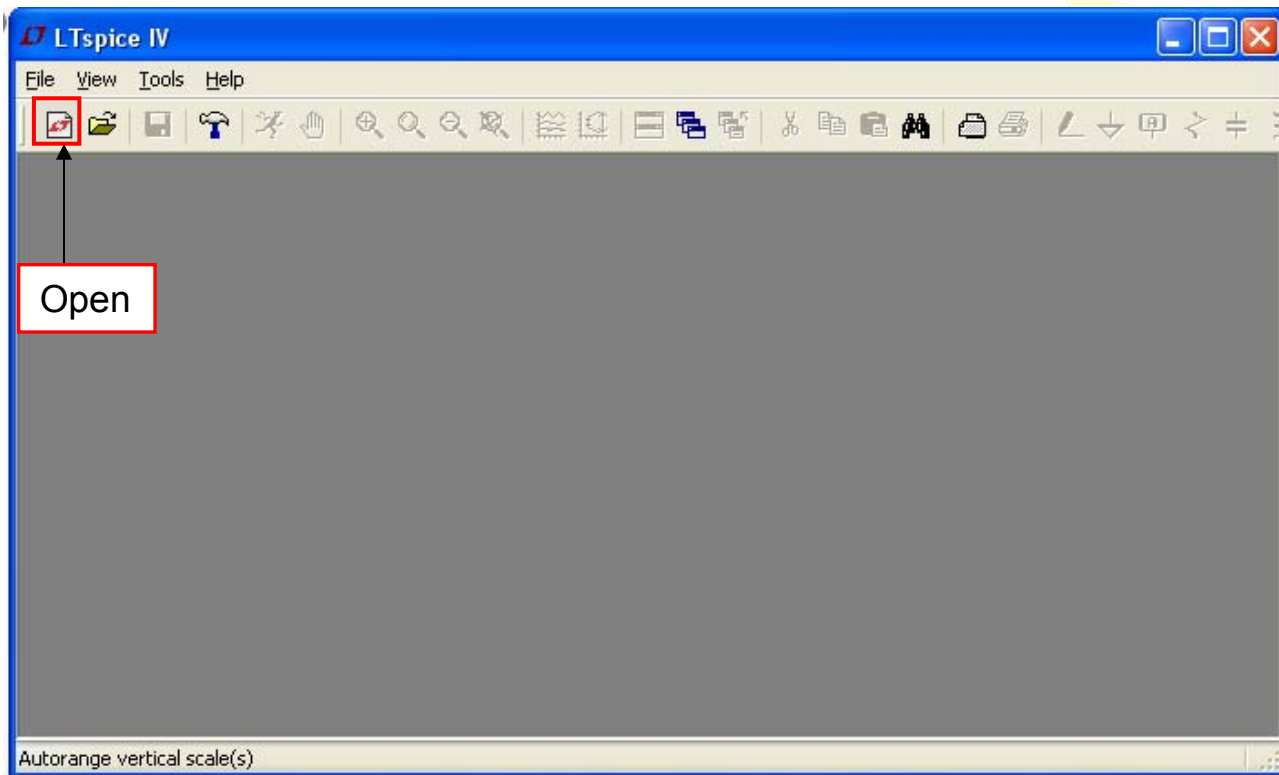
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Извеждане на предварително създадена схема

Новата схема може да бъде изведена по-просто, ако от полето с инструменти, където са дадени иконите на най-често използваните команди се избере иконата, отговаряща на команда “Open” и по описаният начин се избере желаната схема.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Снемане на входните характеристики при схема ОЕ.

- Входните характеристики при схема ОЕ показват, как влизат то I_v зависи от входното напрежение $U_{вв}$ при постоянно изходно напрежение $U_{св}$ - $I_v = f(U_{вв})$, при $U_{св} = \text{const}$. В случая $U_{св}$ се нарича параметър, като за различна стойност на параметъра се получава различна входна характеристика.
- От посоченото става ясно, че за снемане на входните характеристики е необходимо да разполагаме с два източника на напрежение $U_{вв}$ и $U_{св}$.
- Първоначално задаваме стойности на $U_{вв}$, от $U_{вв1}$ до $U_{ввn}$ с определена стъпка $\Delta U_{вв}$, и за всяка зададена стойност се определя стойността на базовия ток I_v . Всички измервания се правят при определена стойност на $U_{св} = \text{const}$, напр. $U_{св1}$.
- По описаният начин се работи и за останалите стойности на $U_{св} = \text{const}$ до $U_{свm}$. Броят на различните стойности на $U_{св} = \text{const}$ се определя от броят на входните характеристики, които искаме да снемем.
- Максималните стойности на задаваните напрежение $U_{вв\text{max}}$ и $U_{св\text{min}}$ се задават, така че да не се надвишат максимално допустимите стойности на I_c ($I_{c\text{max}}$) и $U_{св}(U_{св\text{max}})$.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

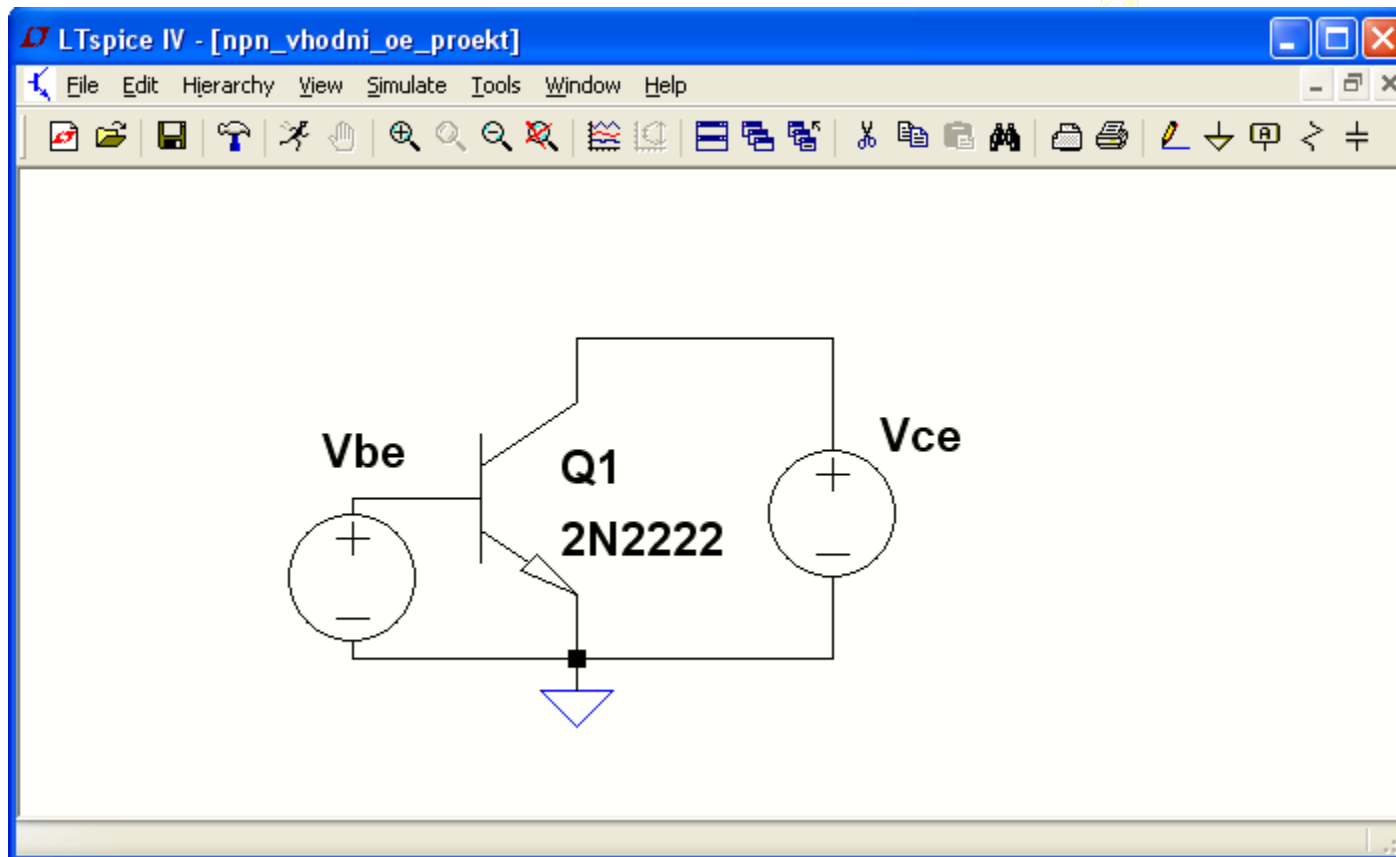
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Снемане на входните характеристики при схема ОЕ.

Описаният начин на работа се реализира от посочената схема



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

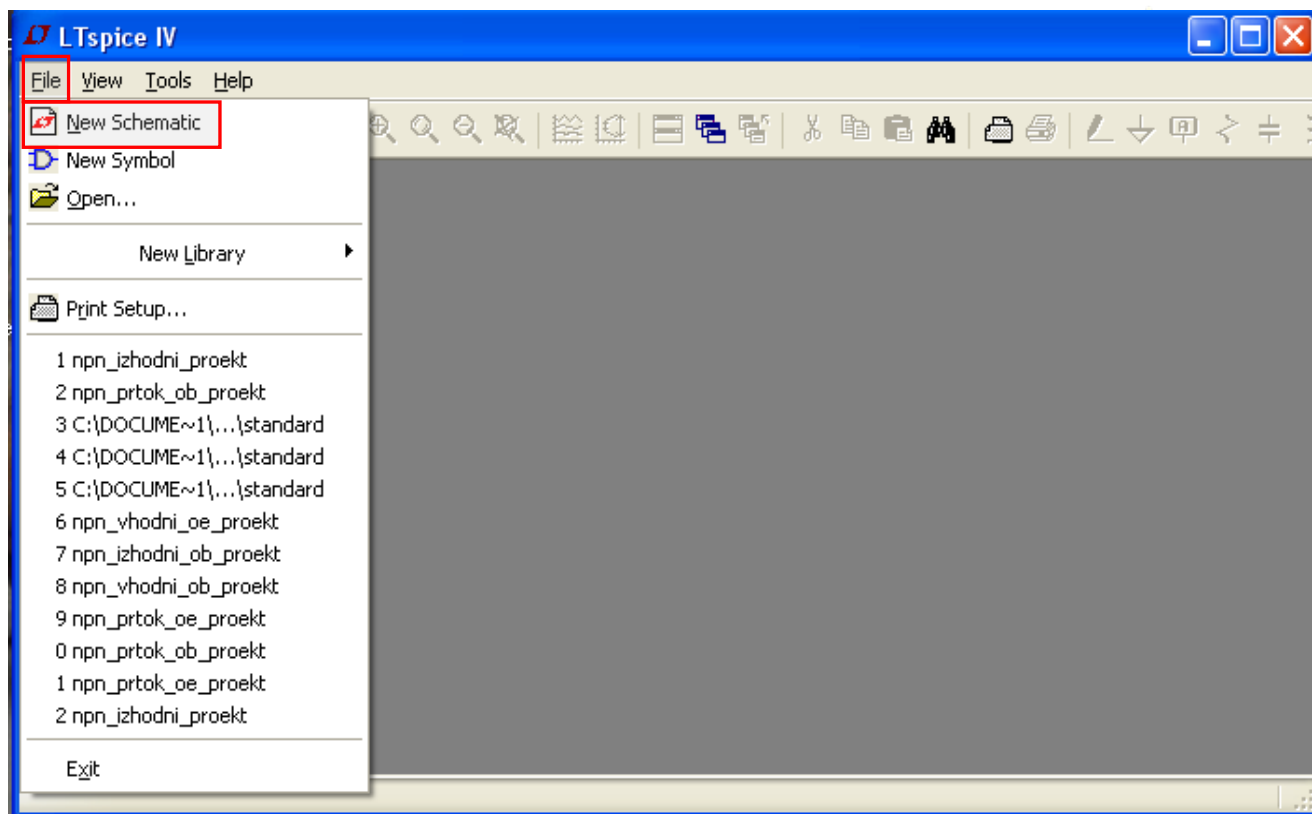
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Снемане на входните характеристики при схема ОЕ.Създаване на нова схема

- 1.От командното поле се избира командата File .
- 2.В отворения прозорец се избира New Schematic.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

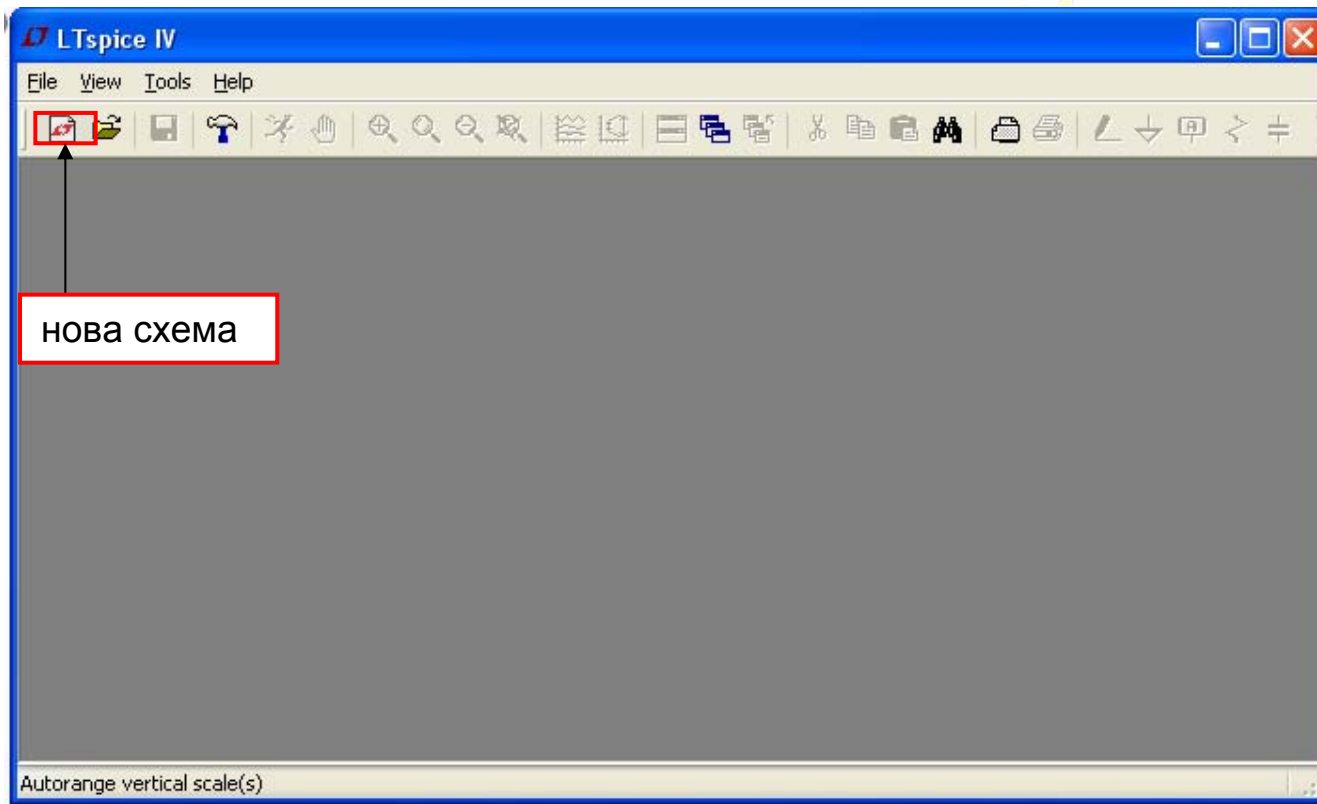
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Създаване на нова схема

Новата схема може да бъде създадена по-просто, ако от полето с инструменти, където са дадени иконите на най-често използваните команди и настройки се избере иконата за нова схема.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

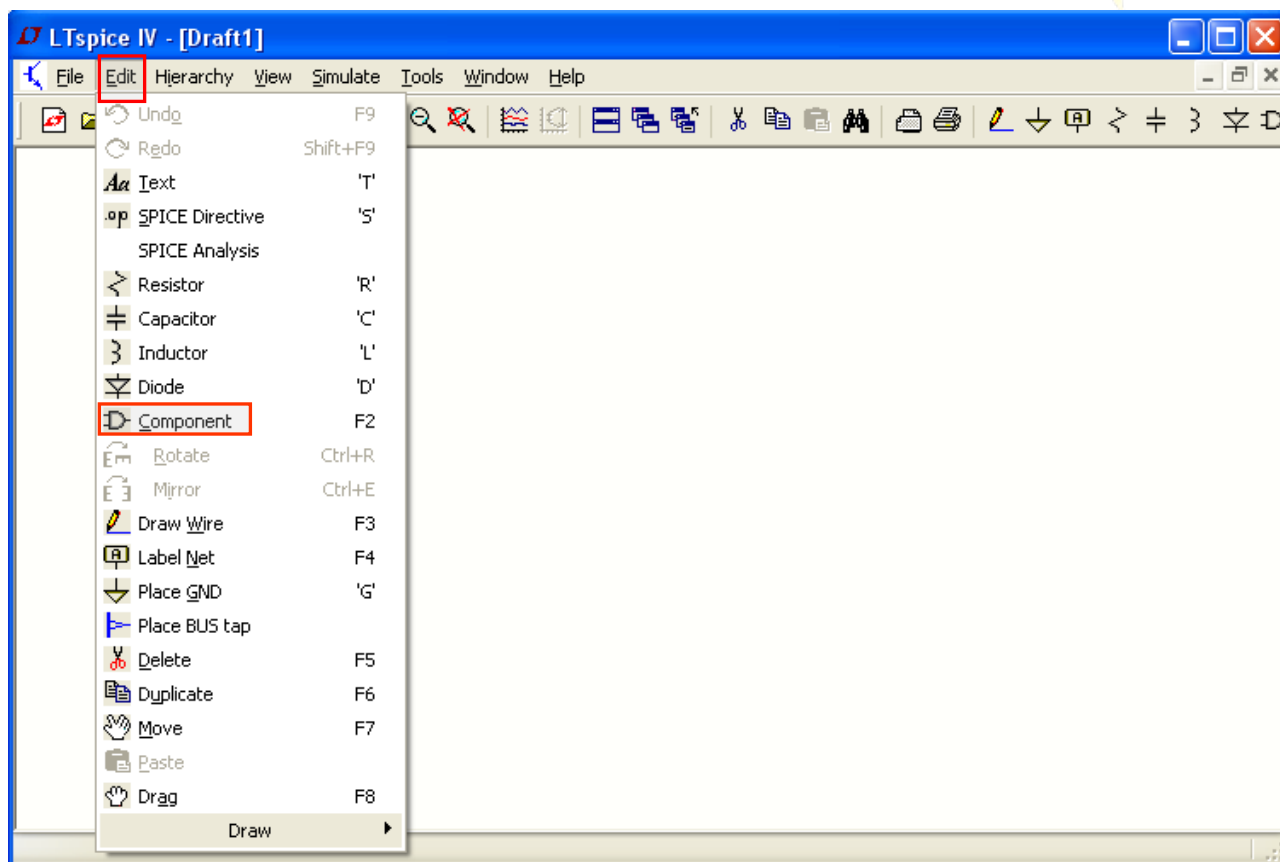
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Въвеждане на схема .Извеждане на компоненти

- 1.От командното поле се избира командата Edit .
- 2.В отворения прозорец се избира Component. ★



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

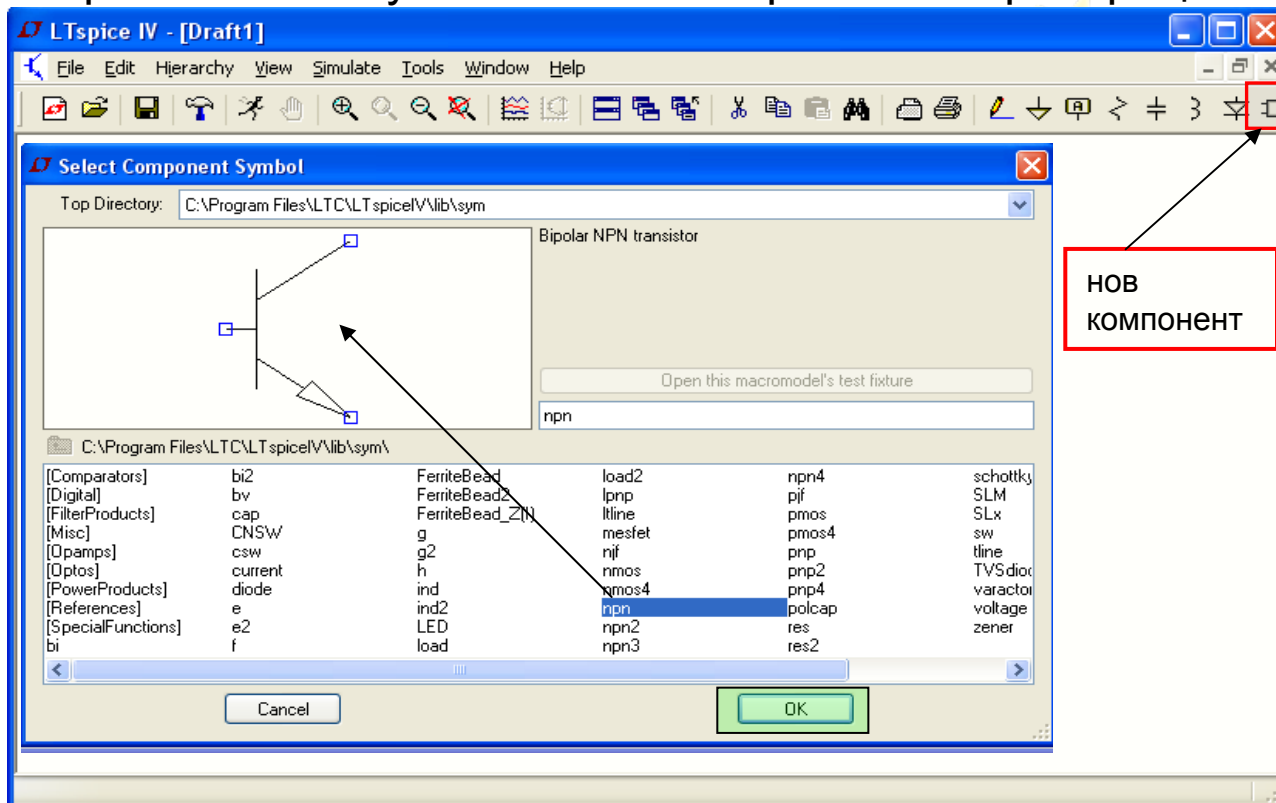
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въвеждане на схема .Извеждане на компоненти

Нов компонент може да се въведе по-просто, ако от полето с инструменти, се избере иконата за нов компонент. При кликуване се отваря прозорец с библиотеките с компоненти. Ако изберем npn транзистор символът му се появява в горния ляв прозорец.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

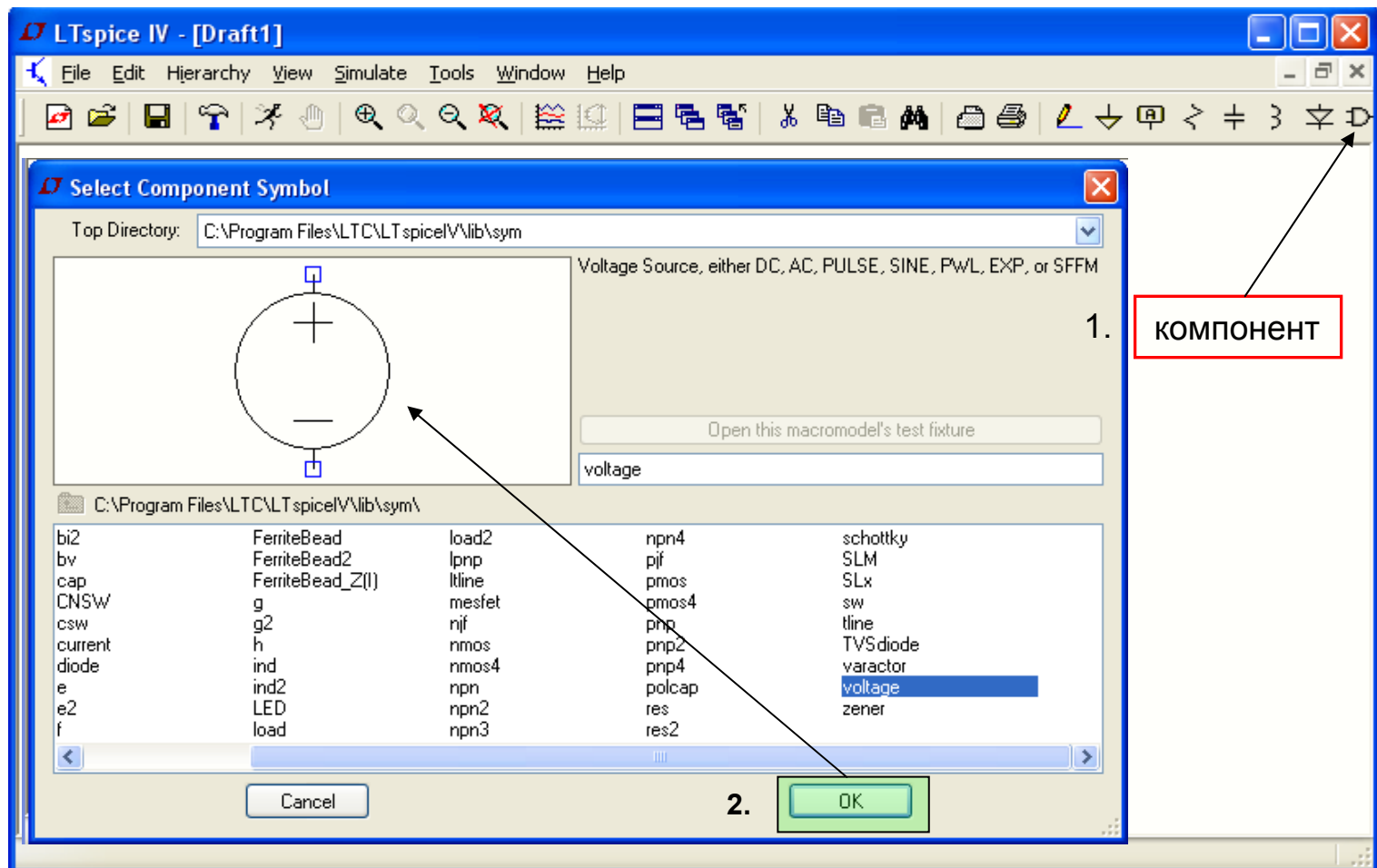
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въвеждане на схема .Извеждане на компоненти

По аналогичен начин се въвеждат и двата генератора на напрежение



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции“

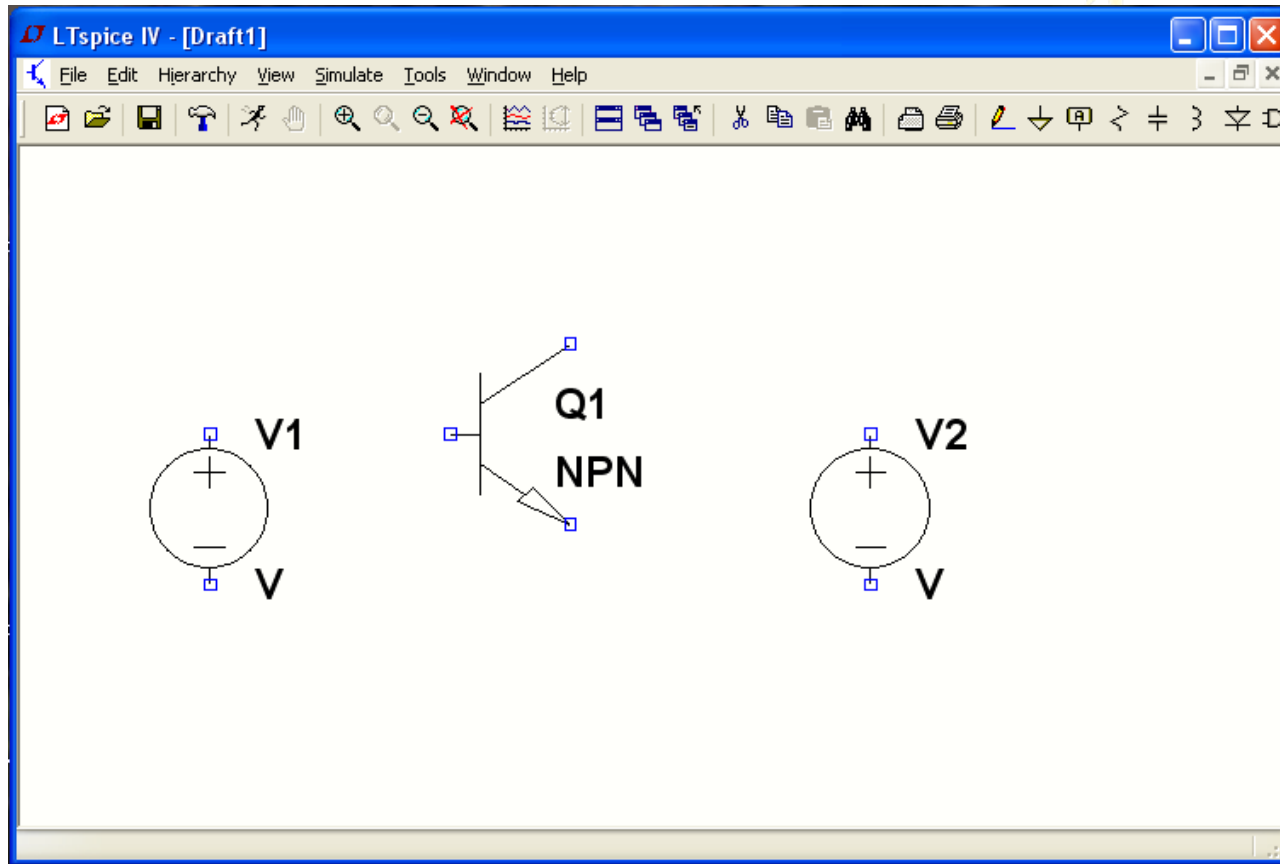
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въвеждане на схема .Извеждане на компоненти

- След кликване на “ОК” и за трите компонента, те се визуализират на монитора и ги разполагаме на място по наша преценка.
- На екрана на монитора се получава следната конфигурация



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

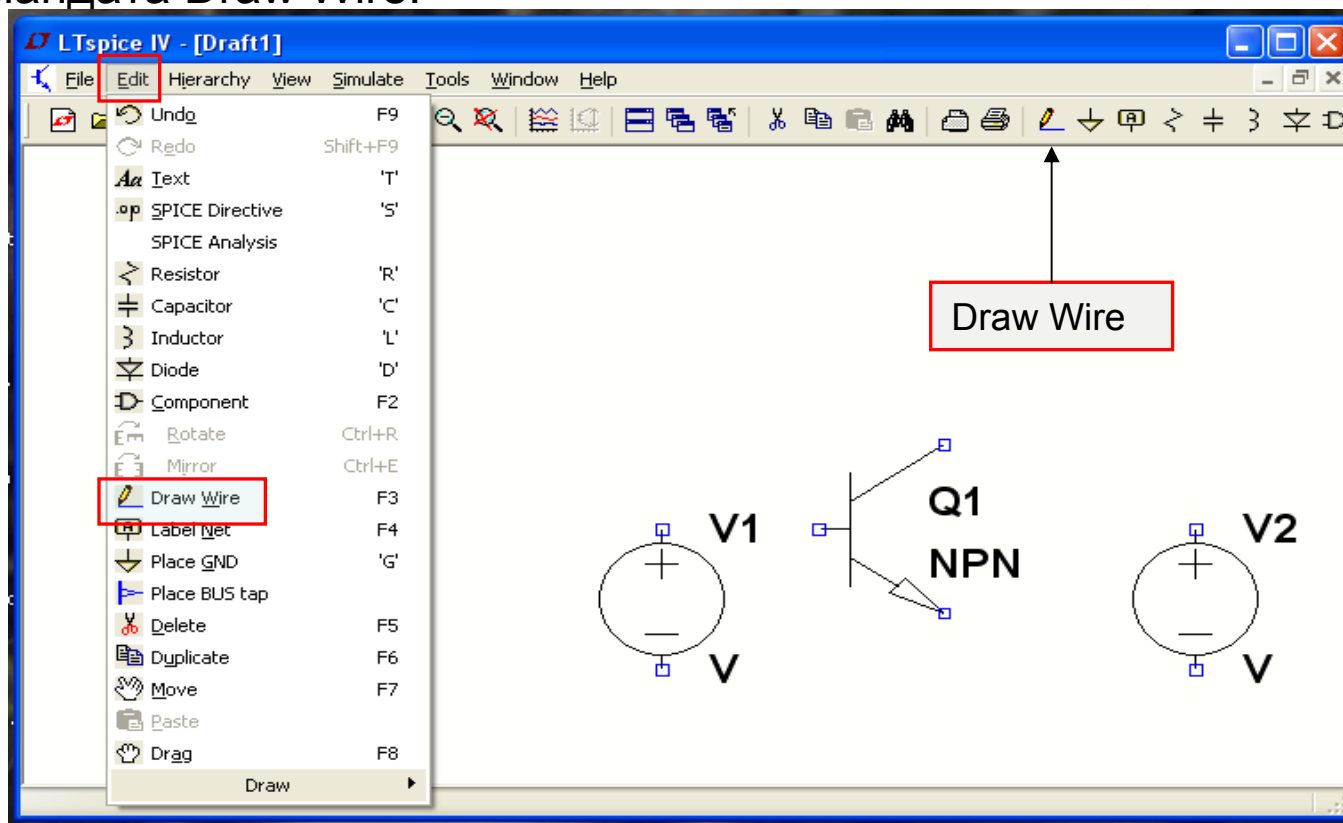
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въвеждане на схема.Свързване на елементите.

- От командното поле се избира командата Edit и в отворения прозорец се избира Draw Wire.
- Друга възможност е директно от линията с инструменти да изберем командата Draw Wire.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

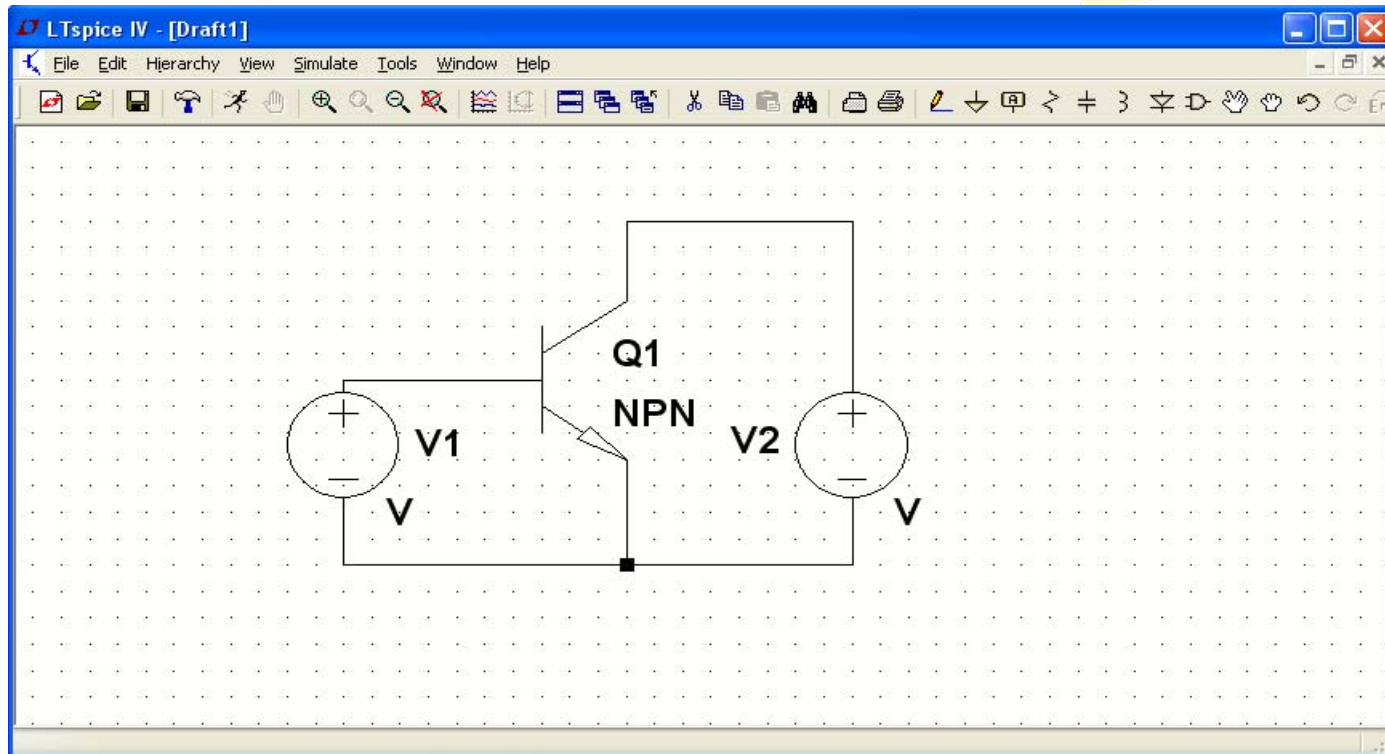
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Въвеждане на схема.Свързване на елементите.

- Кликва се по левият бутон на мишката върху извода на елемента и придвижваме до извода на елемента, с който искаме да го свържем. След това отпусκαе бутона и го натискаме отново .
- Ако се налага да се промени посоката бутонът се отпуска, след което се натиска отново и се продължава в новата посока.



Европейски съюз

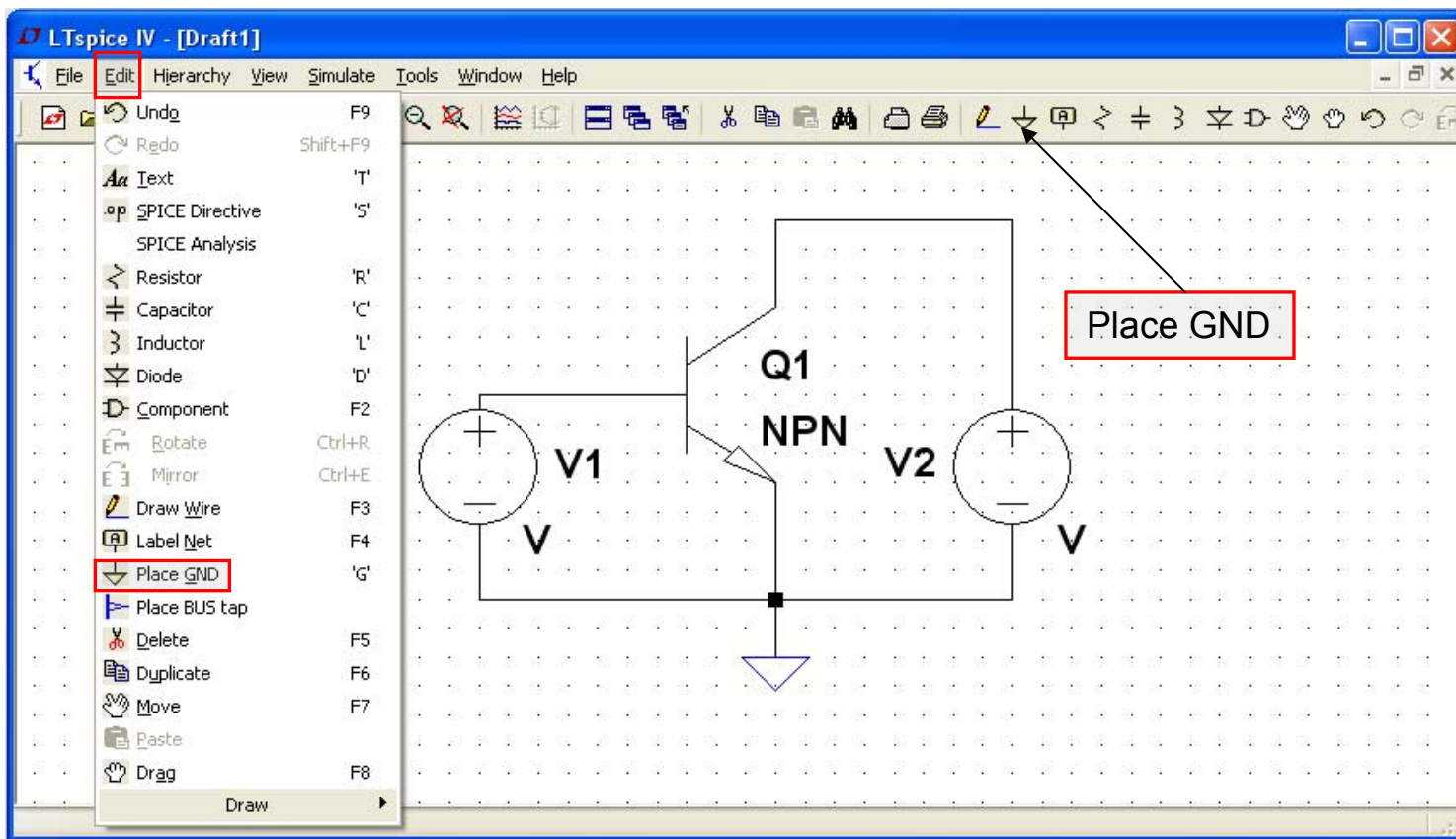
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- Въвежда се масата на схемата, чрез командата “Edit” и избор на “Place GND” в отворения прозорец, или директно от линията с инструменти, чрез избор на командата “Place GND” .
- Масата на схемата се свързва в емитерната верига, по познатия вече начин за свързване на елементи.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

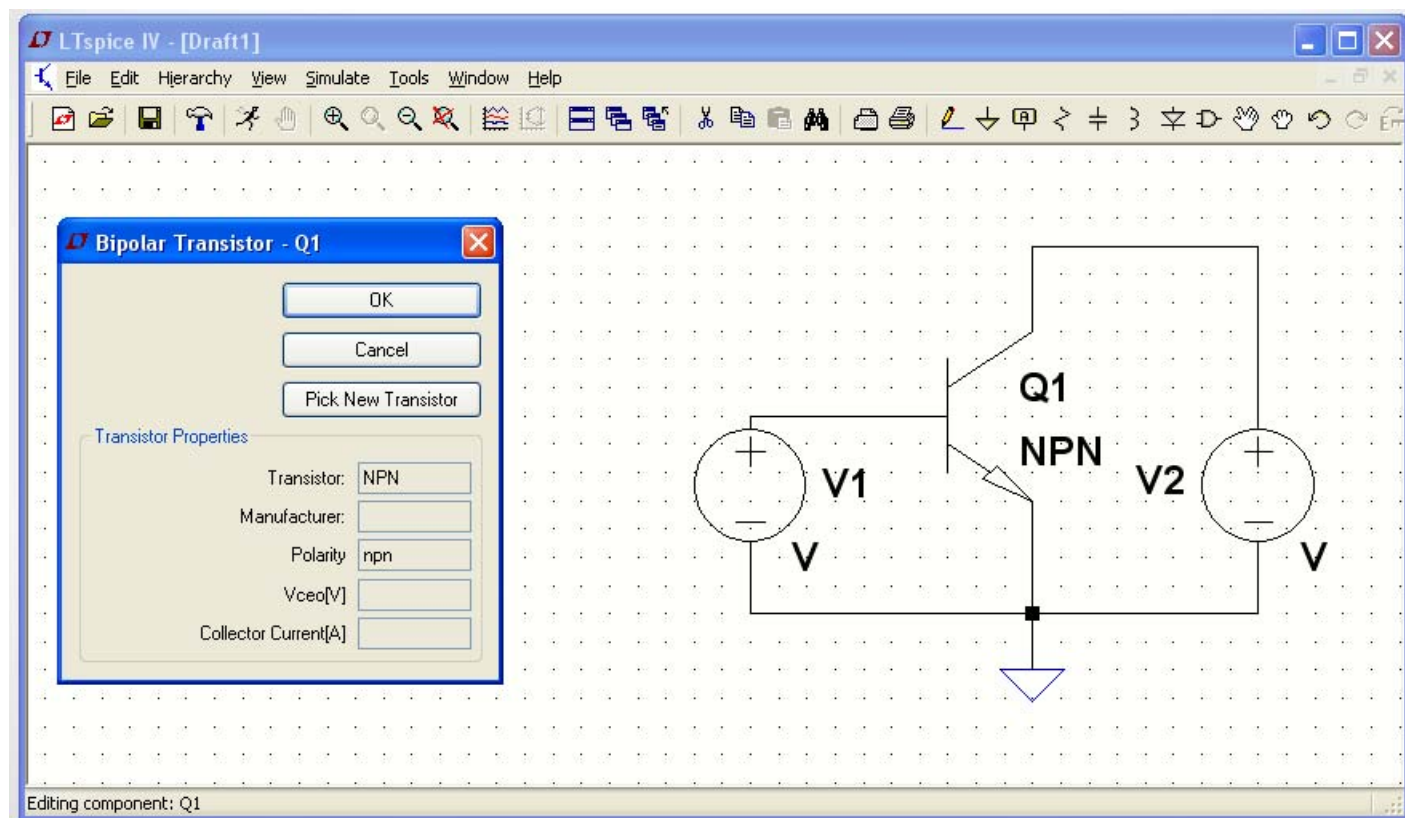
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Избор (промяна) на параметрите на схемните елементи.Избор на транзистор.

- Кликва се с десния бутон на мишката върху съответния елемент (в случая транзисторът).
- От отворения прозорец се избира команда “Pick New Transistor”.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

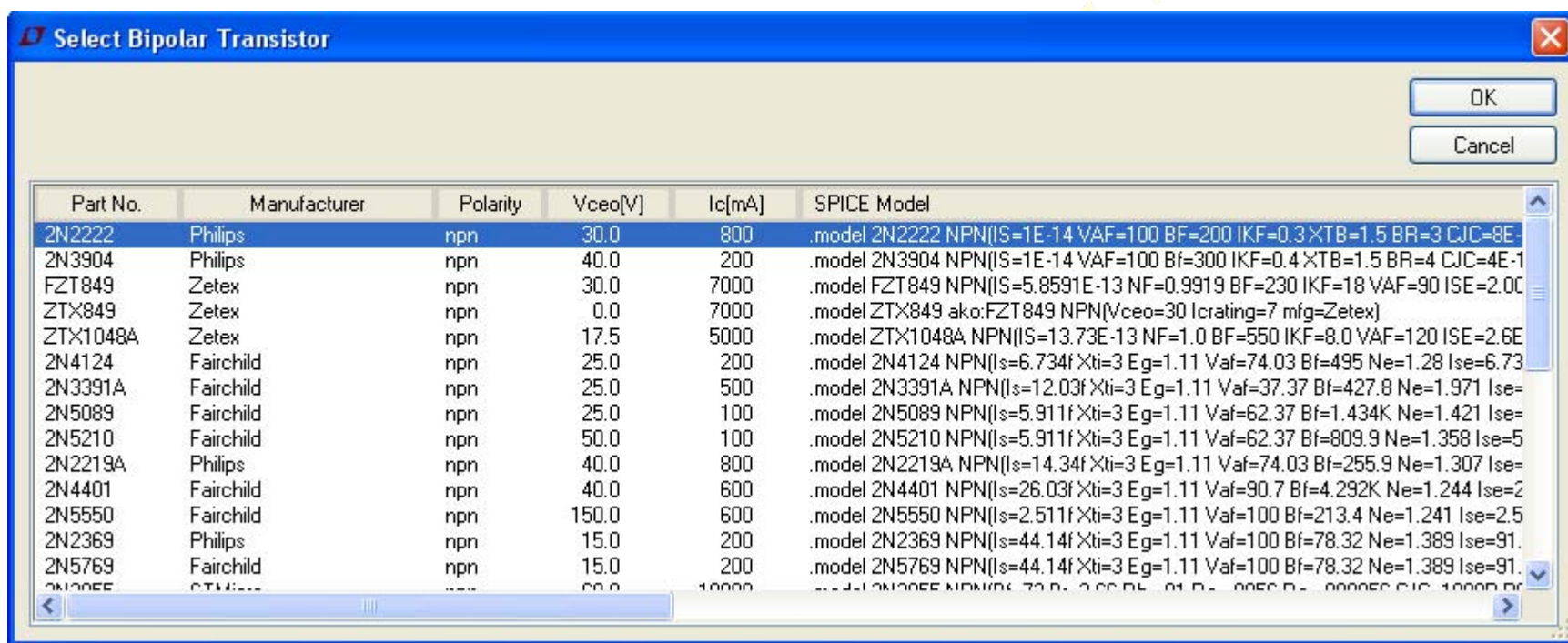
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

- От отворения прозорец се избира желаният тип транзистор например 2N2222 или друг. Вижда се, че на екрана се променя и означението на транзистора в схемата от NPN на 2N2222. Можем да отчетем и някои от основните параметри $V_{ce_{max}}=30V$, $I_{c_{max}}=800mA$ и $h_{21E}=200$.
- Ако кликнем с десният бутон на мишката, върху името му Q1, се отваря прозорец и можем да сменим името с друго- напр. VT1, както и мястото на името на елемента.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

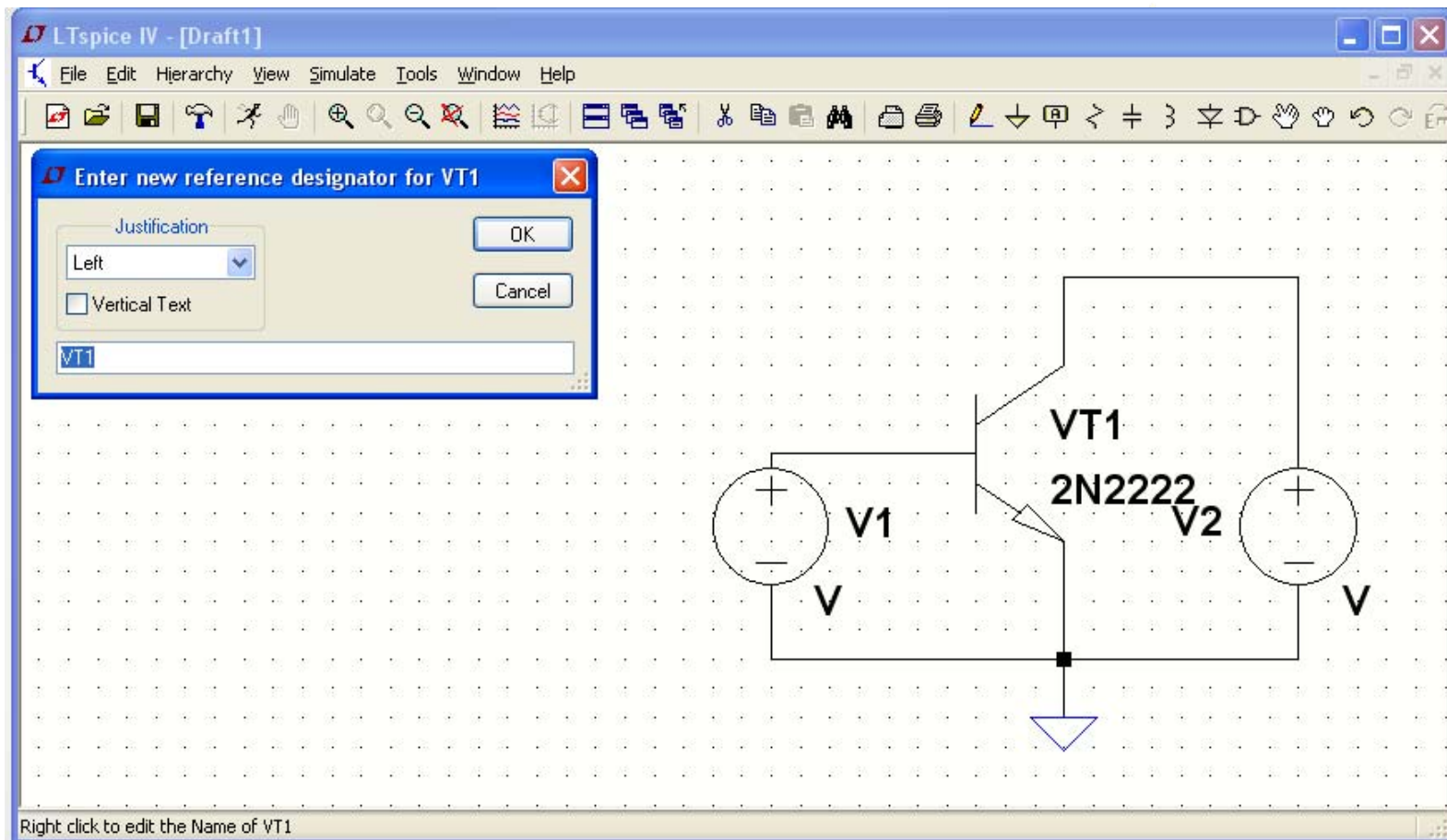
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции“

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

- В резултат на направените промени схемата изглежда по следния начин :

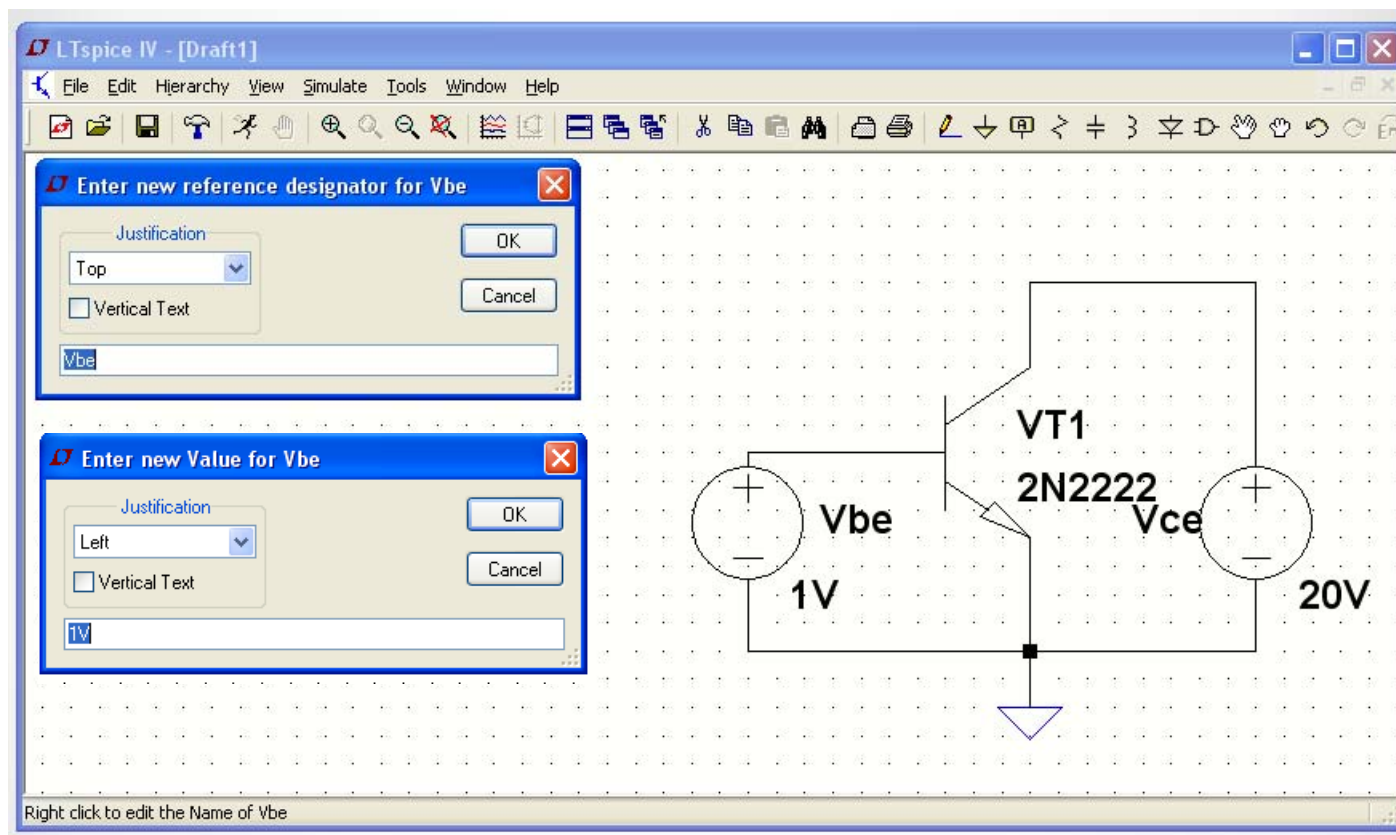


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Задаване на параметри на генераторите на напрежение .

- Аналогично, чрез кликване с десния бутон на мишката върху името на генератора V1, се променя името на Vbe. След това чрез кликване върху стойността се задава 1V. Аналогично се процедира и с генератор V2 – името става Vce, а стойността 20V.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

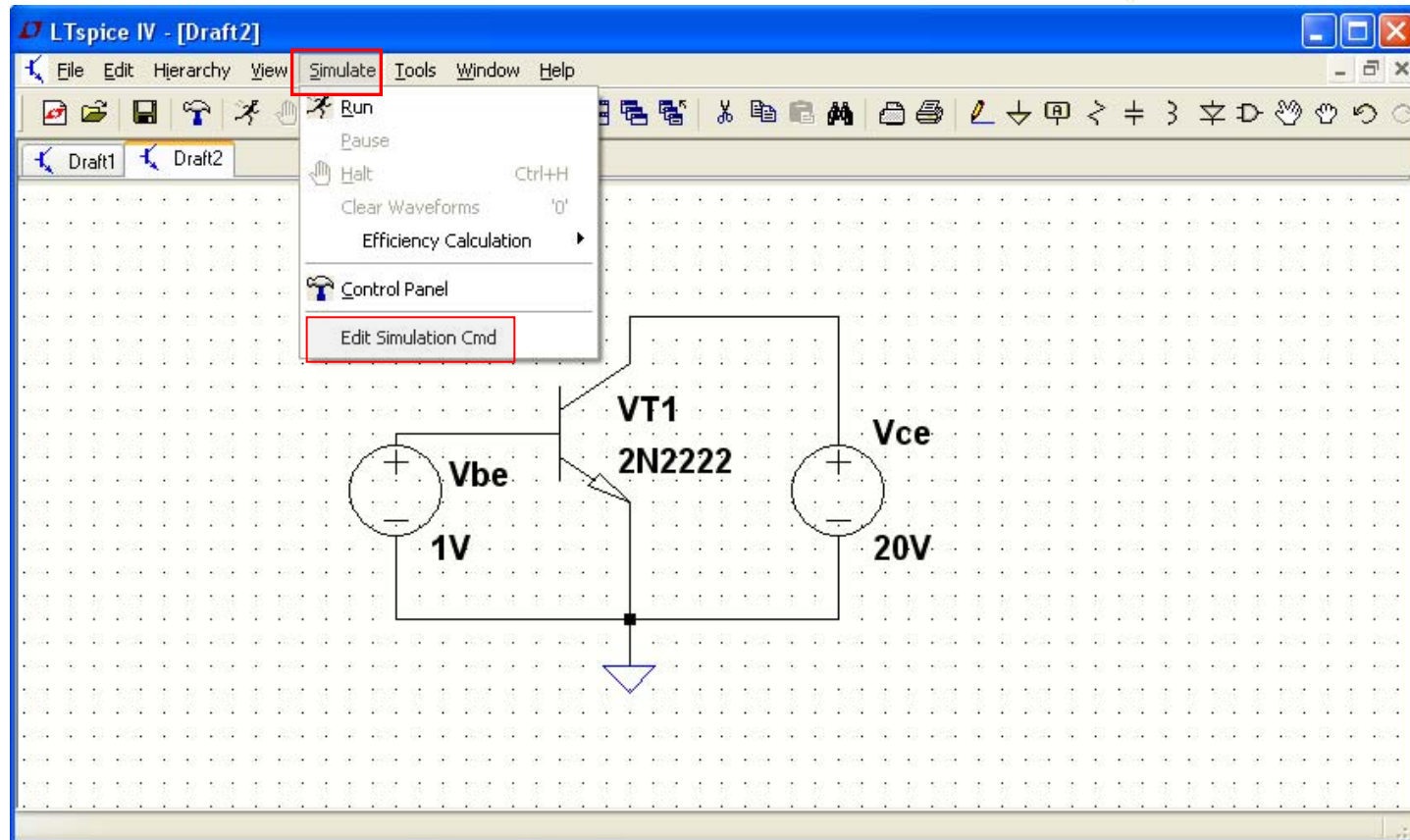
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

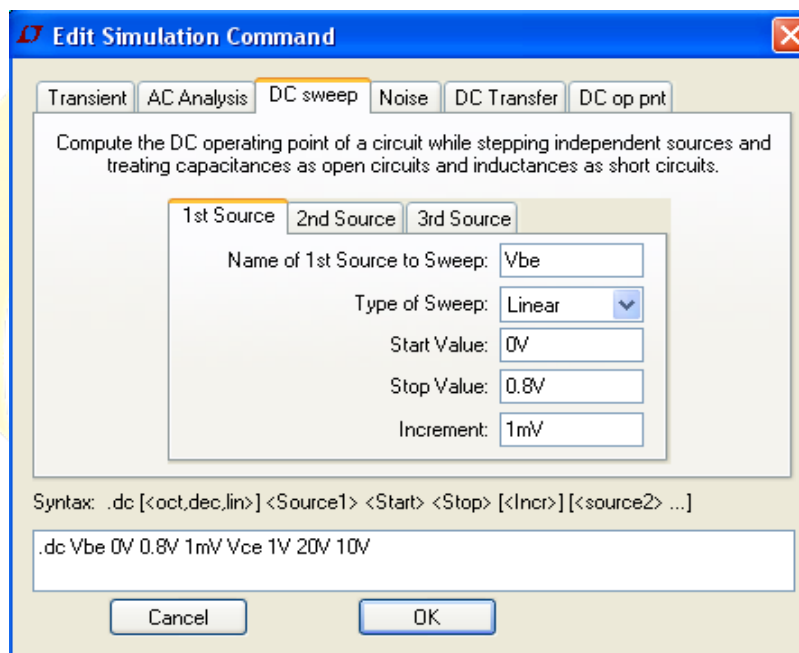
Снемане на входните характеристики при схема ОЕ.Симулация.

- 1.От командното поле се избира командата Simulate.
- 2.В отворения прозорец се избира Edit Simulation Cmd.



Снемане на входните характеристики при схема ОЕ.Симулация.

- Отваря се прозорец, в който избираме DC sweep.
- Задават се параметрите на източниците на напрежение V_{be} и V_{ce} .
- В полетата отгоре надолу последователно се въвеждат: Име на първия източник – V_{be} ; тип на изменение (Type of sweep) - Linear; начална стойност (Start Value) -0V ,крайна стойност (Stop Value) -0.8V и стъпка (Increment) – 1mV.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

- По аналогичен начин задаваме параметрите на вторият източник на напрежение: име на източника –Vce; тип на изменение – Linear; начална стойност–1V, крайна стойност–20V, стъпка – 10V.
- Демонстрирана е и друга възможност за задаване на стойности на източника – чрез списък (List) от стойности. В случая в най-долния прозорец, след list се записват стойностите с интервал между тях – 1, 10 и 20V.

Edit Simulation Command

Transient AC Analysis **DC sweep** Noise DC Transfer DC op pnt

Compute the DC operating point of a circuit while stepping independent sources and treating capacitances as open circuits and inductances as short circuits.

1st Source 2nd Source 3rd Source

Name of 2nd Source to Sweep: Vce

Type of Sweep: Linear

Start Value: 1V

Stop Value: 20V

Increment: 10V

Syntax: .dc <oct,dec,lin> <Source1> <Start> <Stop> [<Incr>] [<source2> ...]

.dc Vbe 0V 0.8V 1mV Vce 1V 20V 10V

Cancel OK

Edit Simulation Command

Transient AC Analysis **DC sweep** Noise DC Transfer DC op pnt

Compute the DC operating point of a circuit while stepping independent sources and treating capacitances as open circuits and inductances as short circuits.

1st Source 2nd Source 3rd Source

Name of 2nd Source to Sweep: Vce

Type of Sweep: List

Start Value:

Stop Value:

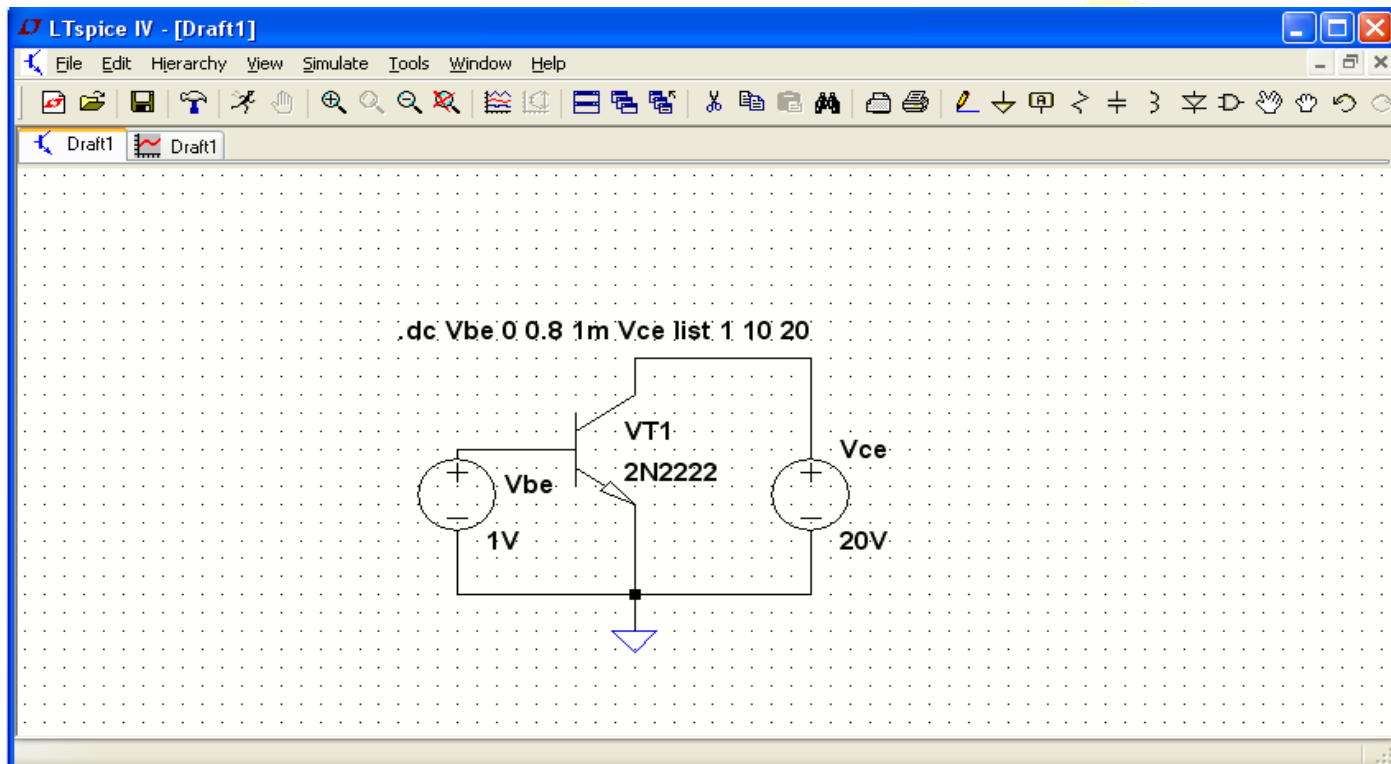
Increment:

Syntax: .dc <Source1> list <Value1> [<Value2> [...]] [<source2> ...]

.dc Vbe 0 0.8 1m Vce list 1 10 20

Cancel OK

- След потвърждаване с "OK", че параметрите на симулацията са въведени се появява "pspice" команда, която разполагаме на екрана.
- От нея може да се отчете, че V_{be} ще се променя от 0 до 800mV със стъпка 1mV, а V_{ce} ще получава стойности 1, 10 и 20V, т.е. ще се получат 3 входни характеристики за стойности на параметъра 1V, 10V и 20V.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

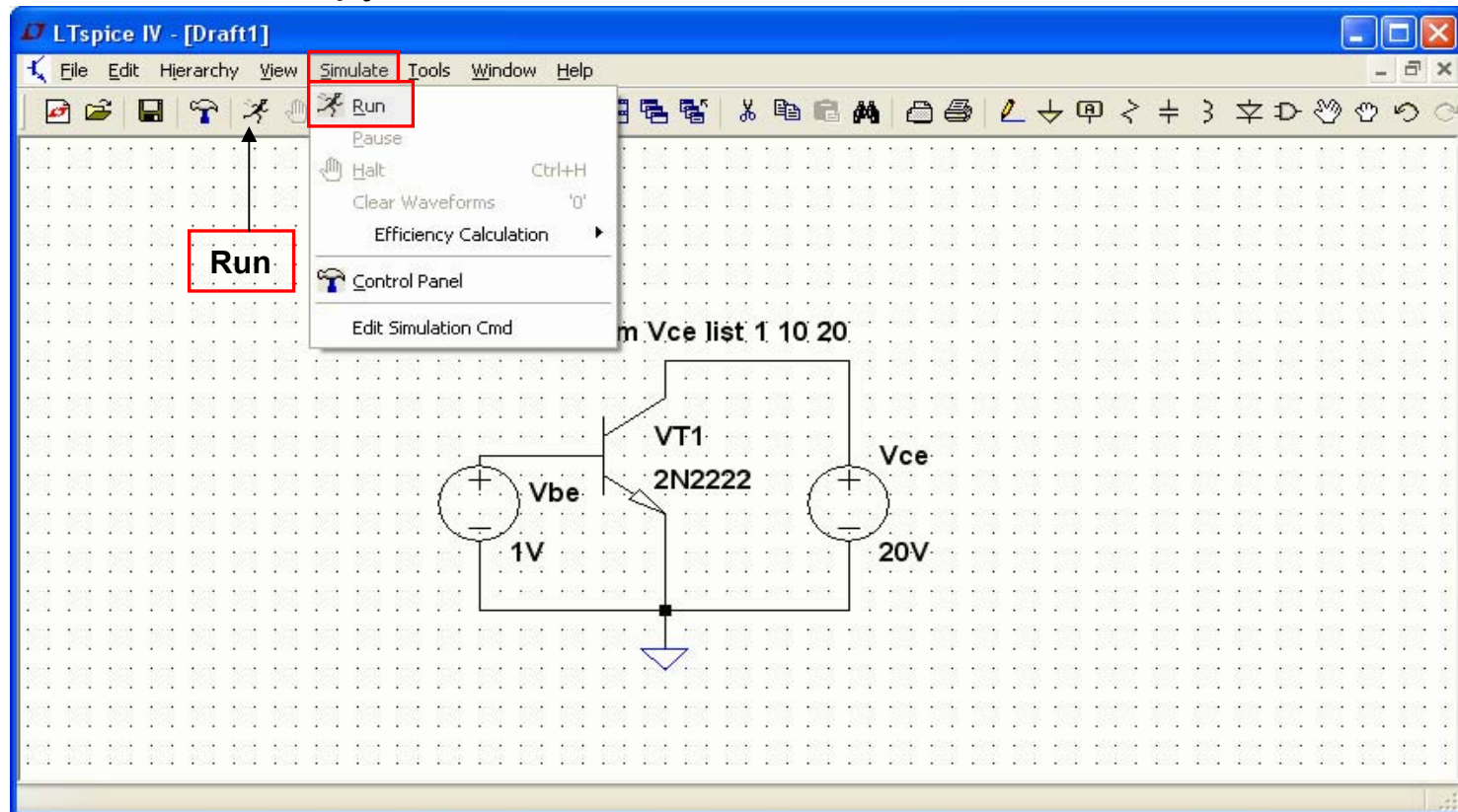
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Стартиране на симулацията.

- Симулацията се стартира с команда “Simulate” и “Run” от отворения прозорец.
- Стартирането може да се осъществи и чрез избор на команда “Run” от панела с инструменти.



Европейски съюз

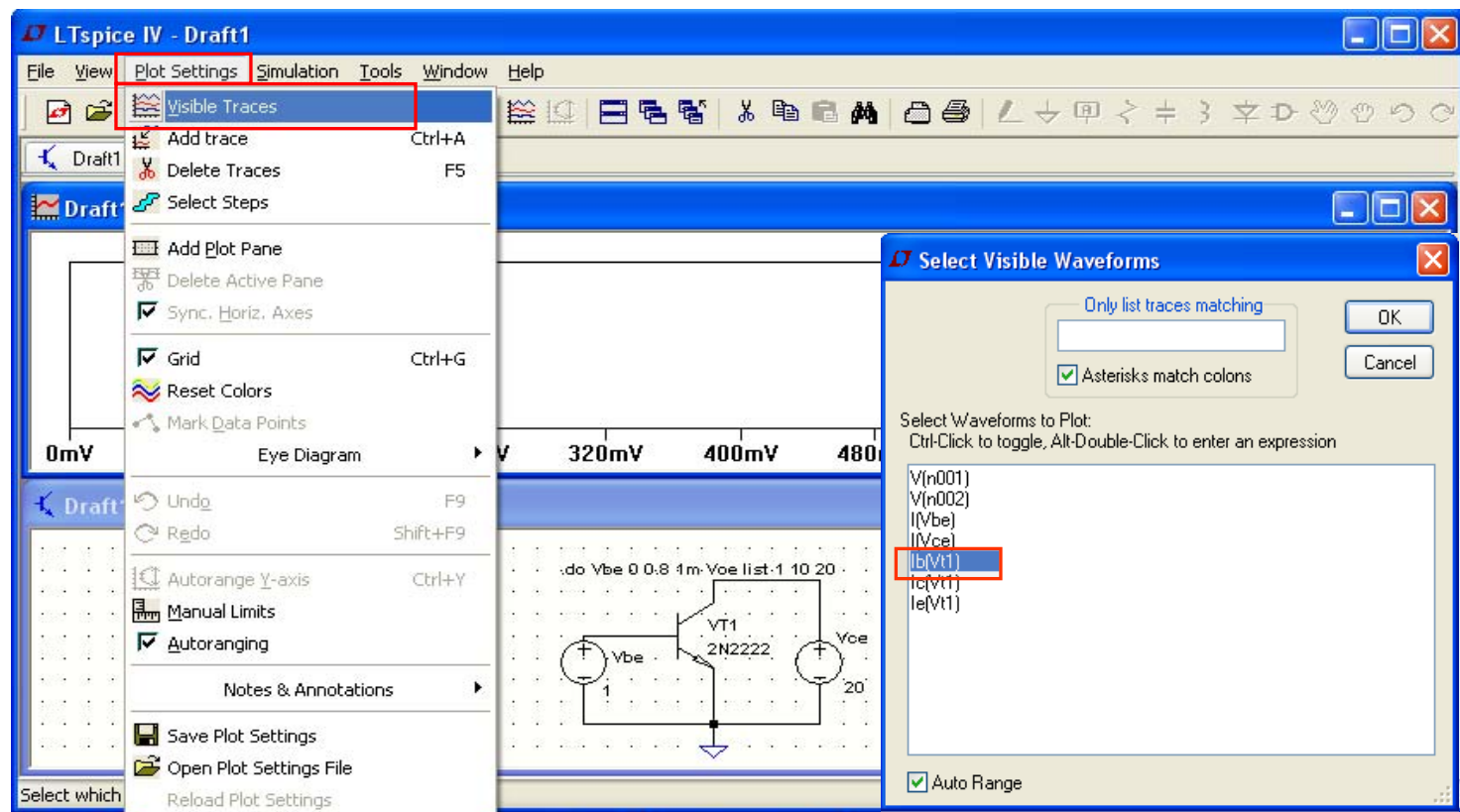
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- След стартиране на симулацията над схемата се отваря нов прозорец, в който ще бъдат изчертани входните характеристики.
- За визуализиране на характеристиките трябва да изберем величината, чиито стойности искаме да видим – в случая I_b . За целта кликваме с мишката в горният прозорец и избираме команди – Plot Settings и Visible Traces. Отваря се нов прозорец от който избираме I_b .



Европейски съюз

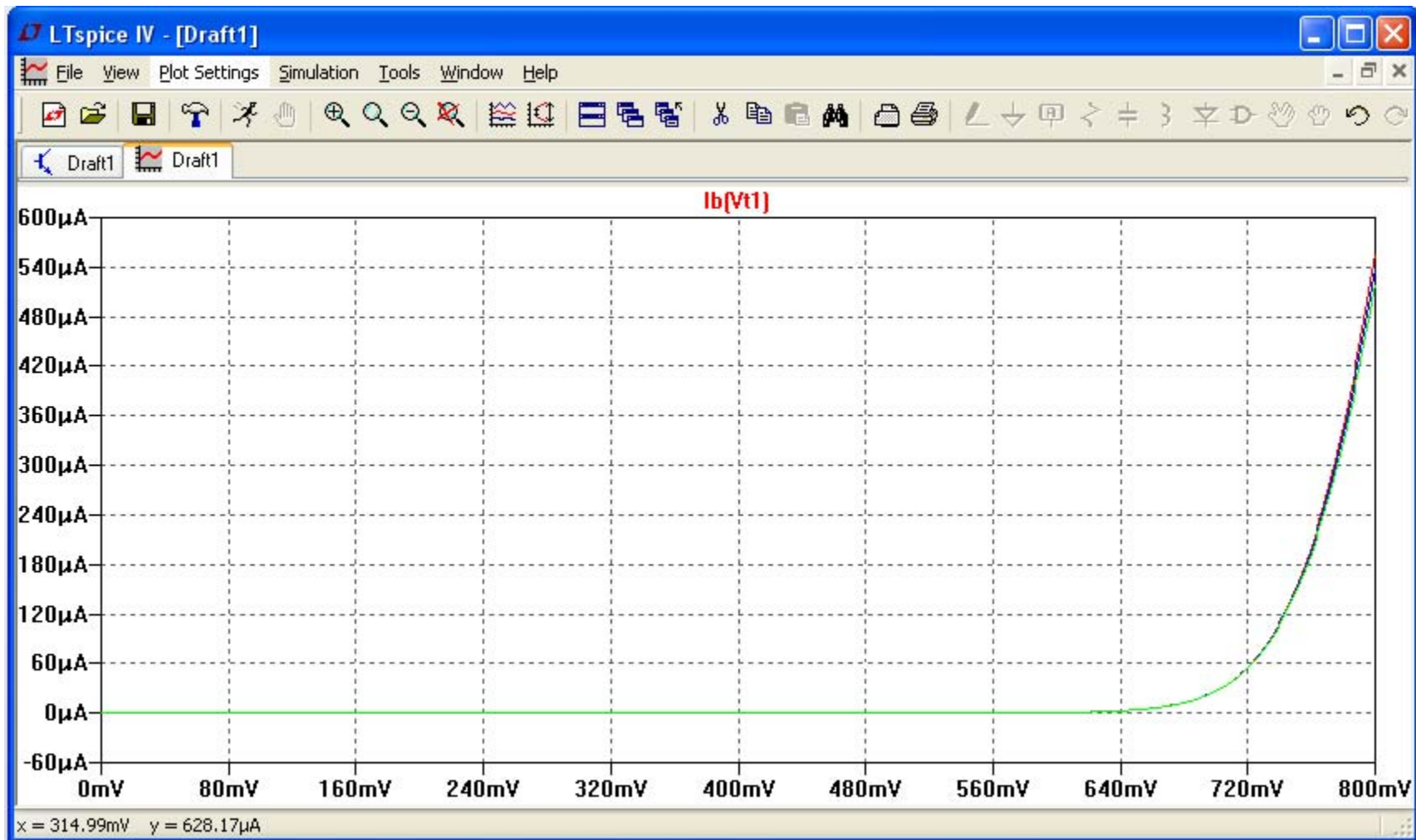
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- В горното поле се визуализират входните характеристики. Червената е за $U_{ce}=1V$, синята за $U_{ce}=10V$ и зелената за $U_{ce}=20V$.



Европейски съюз

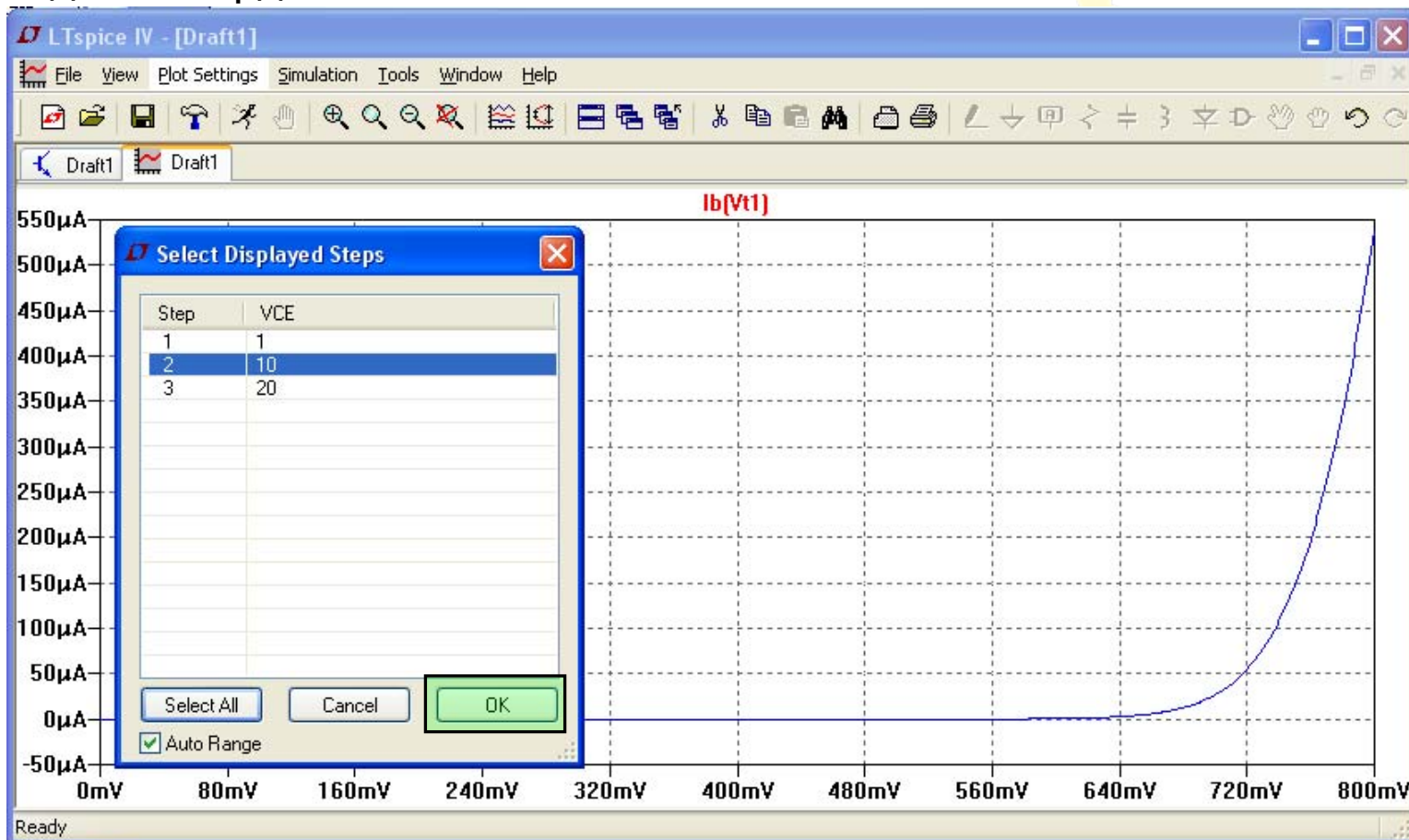
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции“

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- За да видим само някои от входните характеристики напр. за $U_{ce}=10V$ трябва да изпълним инструкции - Plot Settings, Select Steps, от отворилия се прозорец да изберем желаната стойност и да потвърдим с OK.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

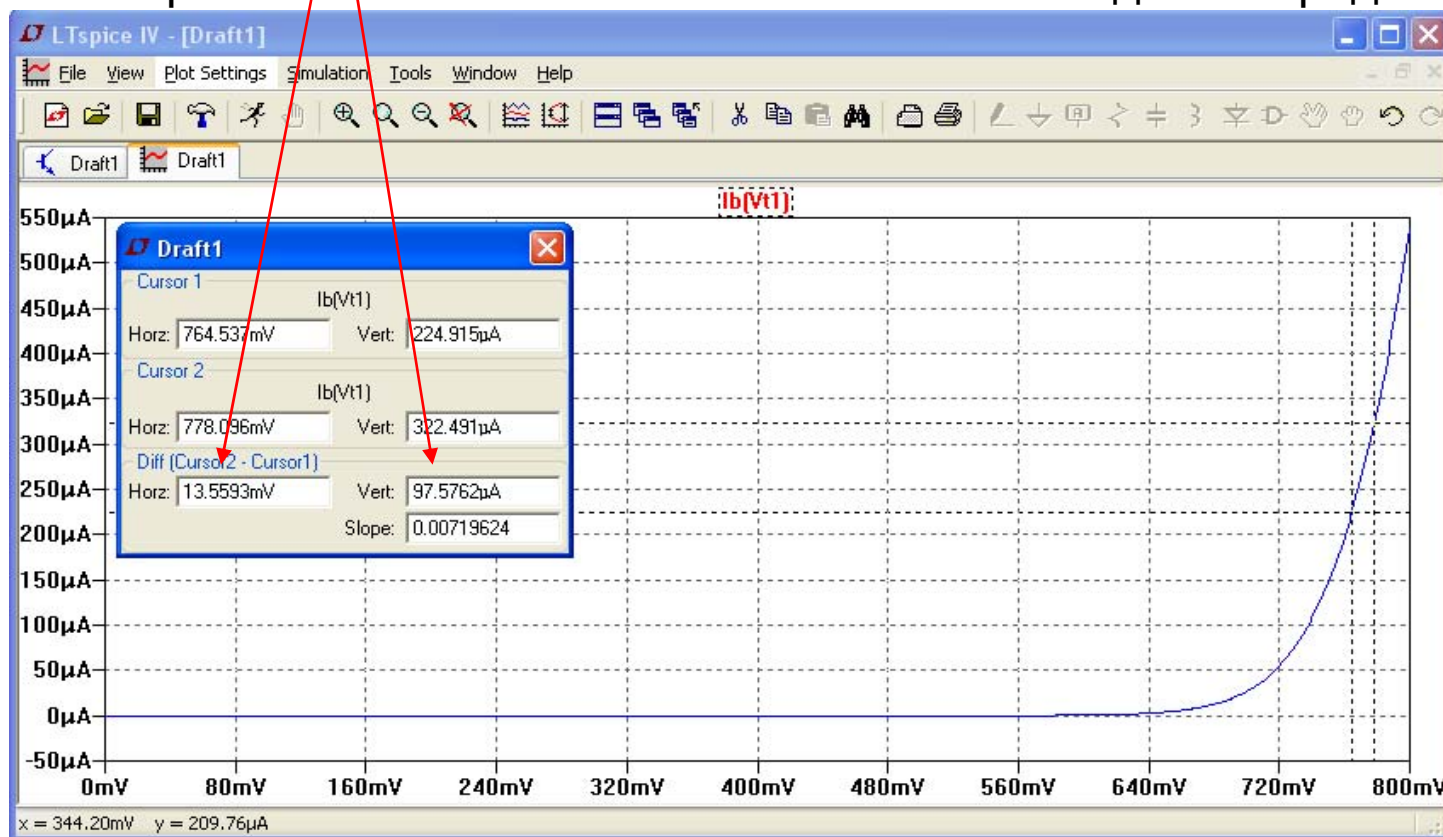
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

- За да видим стойностите на тока и напрежението в някоя точка от характеристиките, трябва да кликнем с мишката върху I_b и да поставим появилия се маркер в желаната точка. По аналогичен начин можем да видим стойностите и в друга точка. На екрана се визуализират стойностите на тока и напрежението в тези точки, както и разликите в стойностите. Това позволява да се определи η_{be} .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Допълнителни функции и препоръки

- При въвеждане на параметрите на стимулиращите източници при DC sweeper симулация, като първи източник трябва се избира този, стойностите на който се изобразяват на абсцисната ос при изчертаване на съответната характеристика.
- Максималните стойности на източниците трябва да се задават така, че да не се надвишават максимално допустимите параметри на изследваните прибори – Ісмах, Усеомах, Рсмах и др . За целта трябва да се познава принципа на действие на съответният прибор.
- За прегледност при въвеждане на схемите, за корекции и редактиране се налага използването на допълнителни функции : преместване, изтриване или завъртане на елемент и др. Това може да се реализира от командната линия с команда Edit и допълнителна команда от падащият прозорец – напр. Delete за изтриване на елемент.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- В повечето случаи е по-удобно да се използват инструментите от линията с инструменти: изтриване (Cut), завъртане (Rotate), преместване (Move), изтегляне на елемент заедно с връзките му (Drag).

