

Теория на електронните схеми

Анализ на електронни схеми:

Определяне на предавателните функции на електронни схеми от матрицата [Y]

Доц. д-р инж. Тодор Тодоров



Катедра Електронна техника, ФЕТТ



Технически университет – София



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

Съдържание

- Образователни цели
- Предавателни функции на електронните схеми – дефиниции
- Определяне на вторичните параметри от матрицата [Y]
- Пример



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

Образователни цели

След изучаването на този раздел вие ще трябва да можете:

- Да дефинирате преподавателните функции
- Да определяте преподавателните функции от схемната матрица [Y]



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!





ПРЕДАВАТЕЛНИ ФУНКЦИИ



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

Първични и вторични матрично-векторни параметри

- Матрицата на проводимостите на схемата $[Y]$ и векторът на задаващите източници на ток $[J]$ се наричат **първични** матрично-векторни параметри
- $[Y]$ и $[J]$ съдържат информация за компонентите и свързването им в схемата



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

Първични и вторични матрично-векторни параметри

- При анализ на електронни схеми, обикновено не е нужно да се знаят стойностите на напреженията и токовете във всички клонове на схемата, а само отношението между тях, и то за някои от клоните, например тези на входа и изхода на схемата
- Ето защо, **вместо с първичните матрично-векторни параметри $[Y]$ и $[J]$** , по-удобно е схемите да се характеризират с отношенията между токовете и напреженията на входа и изхода ($K_U, K_I, Y_{вх}, Y_{изх}, \dots$)
- Те се наричат **вторични параметри, динамични параметри или функции на схемите**



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!



Предавателни функции на ЕС

- В общия случай, отношението на преобразуваните по Лаплас реакция и въздействие на схемата при нулеви начални условия се нарича операторна предавателна функция

$$F(p) = \frac{A(p)}{B(p)} = \frac{a_m p^m + a_{m-1} p^{m-1} + \dots + a_1 p^1 + a_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p^1 + b_0}$$

- комплексната променлива p : $p = \sigma + j\omega$

Коефициентите ($a_0, a_1, \dots, a_m, b_0, b_1, \dots, b_n$) пред различните степени на p представляват символни групи, съставени от параметрите на схемните елементи (съпротивления, капацитети и проводимости), а в числен вид - реални числа



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

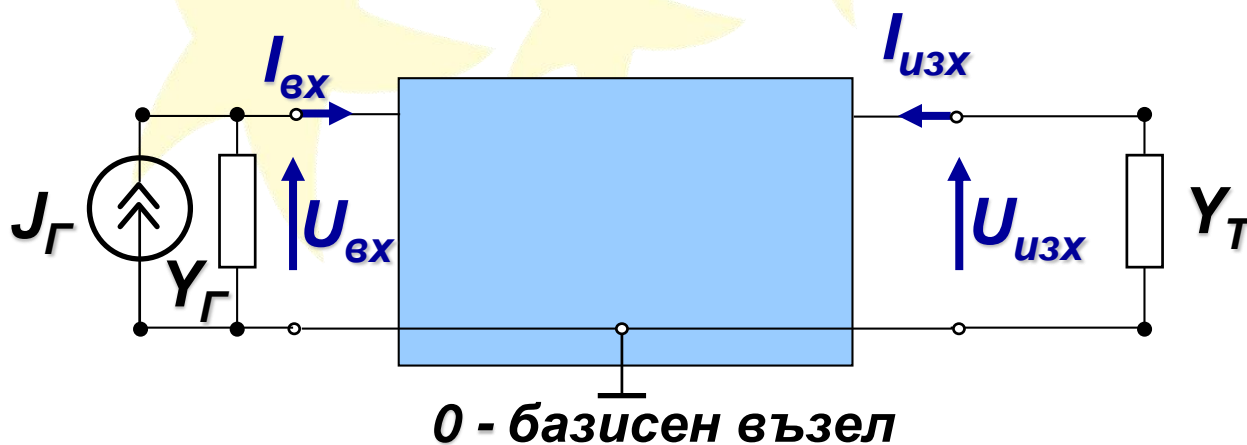
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Предавателни функции на ЕС

- Вторичните параметри се отнасят до четириполюсник в работно (динамично) състояние, когато на входа е включен генератор на сигнал с определени свойства J_G , Y_G , а на изхода – определен товар Y_T



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

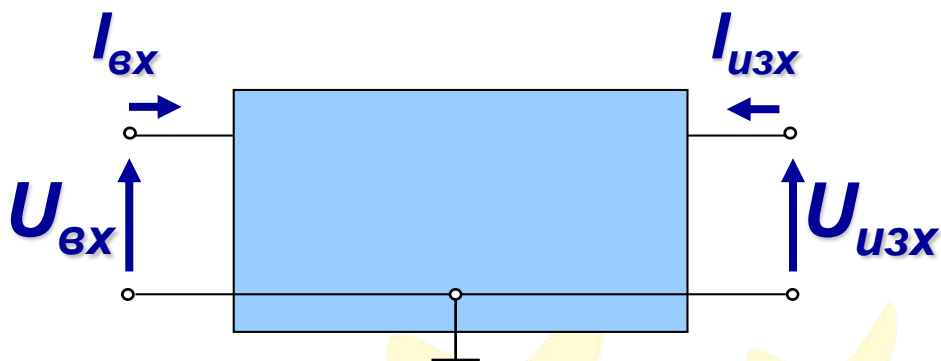
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Предавателни функции на ЕС



- За линеен четириполюсник съществува зависимостта:

$$X_{uzx} = F \cdot X_{vx}$$

Реакцията в изхода X_{uzx} = Функцията на схемата F \times Въздействието на входа X_{vx}



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

Предавателни функции на ЕС

- Разглежда се произволно сложна линейна електронна схема, която има общо **l клона**, от които **m клона** съдържат независими задаващи източници, **n клона** са товари, а останалите **k** са пасивни или съдържат зависими източници, т.е

$$l = m+n+k$$

- Ако клоните с независими задаващи източници се изнесат извън схемата и се включат към отделни двойки възли – **m входове**, а товарите се свържат към **n изходи**, се получава схема с **m входове** и **n изходи**



Европейски съюз

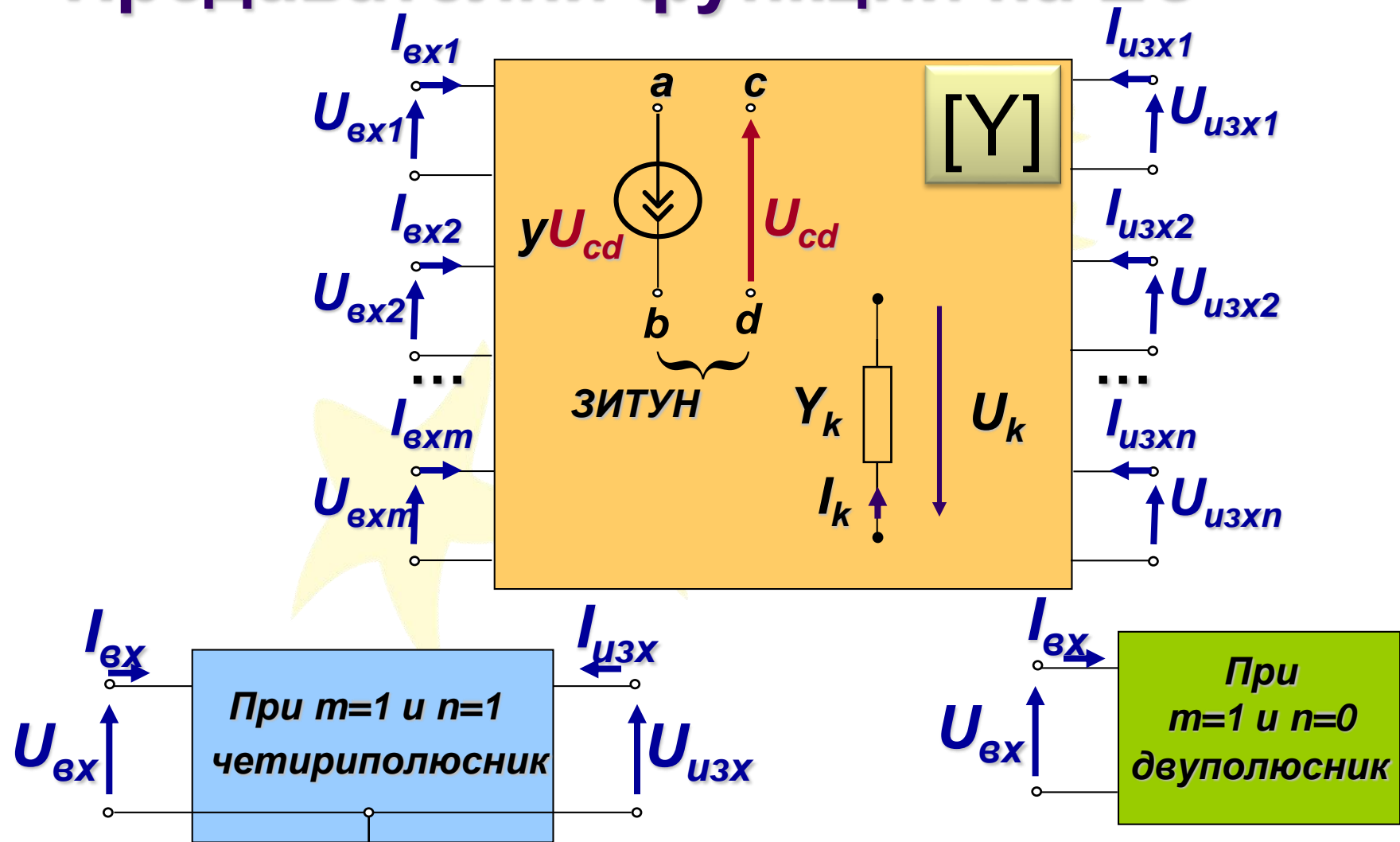
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Предавателни функции на ЕС



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

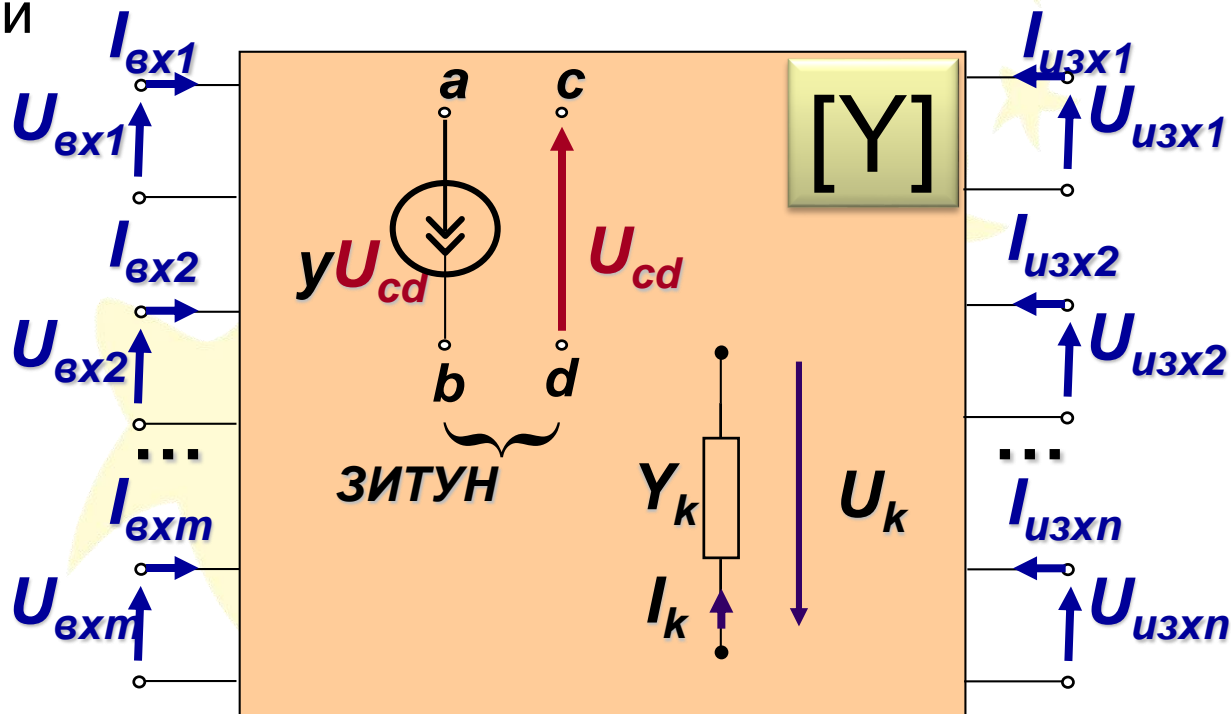
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Предавателни функции на ЕС

- Според принципа на наслагването за линейни схеми, общата реакция на всеки изход е равна на сумата от произведенията на входните въздействия и съответните предавателни функции



$$X_{изхj} = F_{1j} X_{вх1} + F_{2j} X_{вх2} + \dots + F_{mj} X_{вхm} = \sum_{s=1,m} F_{sj} X_{вхs}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

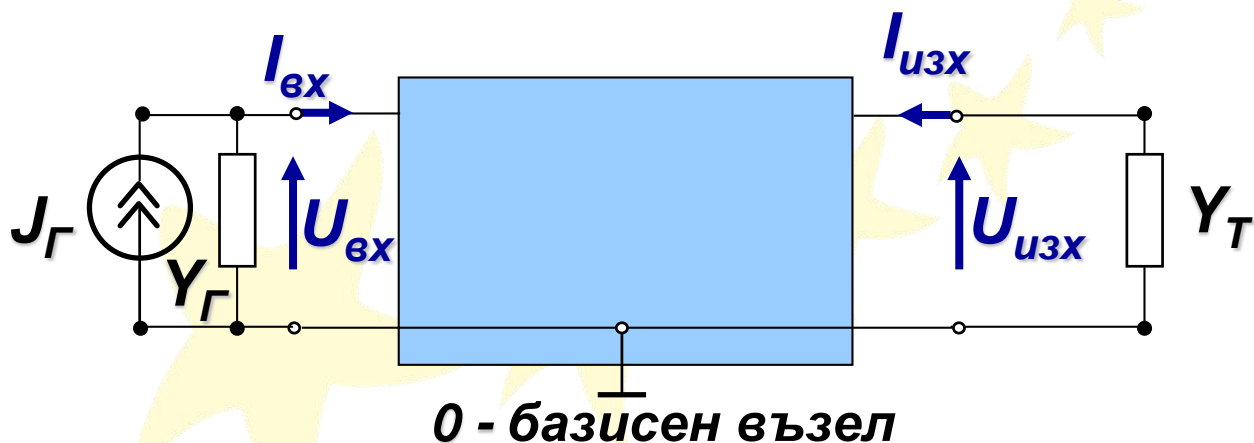
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Предавателни функции на ЕС

- При избраните положителни посоки, зависимостите между токовете и напреженията на входа и изхода на натоварения четириполюсник са:



$$I_{вх} = J_G - Y_G U_{вх}$$

$$I_{изх} = - Y_T U_{изх}$$



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!



Предавателни функции на ЕС

- Коефициент на усилване(предаване) по напрежение: $K_U = U_{изх} / U_{вх}$
- Коефициент на усилване(предаване) по ток:

$$K_I = I_{изх} / I_{вх}$$

- Коефициент на усилване(предаване) по мощност:

$$K_P = P_{изх} / P_{вх} = (1/2 U_{изх} I_{изх}) / (1/2 U_{вх} I_{вх}) = K_U K_I$$

- Входна проводимост: $Y_{вх} = I_{вх} / U_{вх}$
- Изходна проводимост: $Y_{изх} = I_{изх} / U_{изх}$



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



ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРЕДАВАТЕЛНИТЕ ФУНКЦИИ (ВТОРИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ) ОТ МАТРИЦАТА [Y]



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

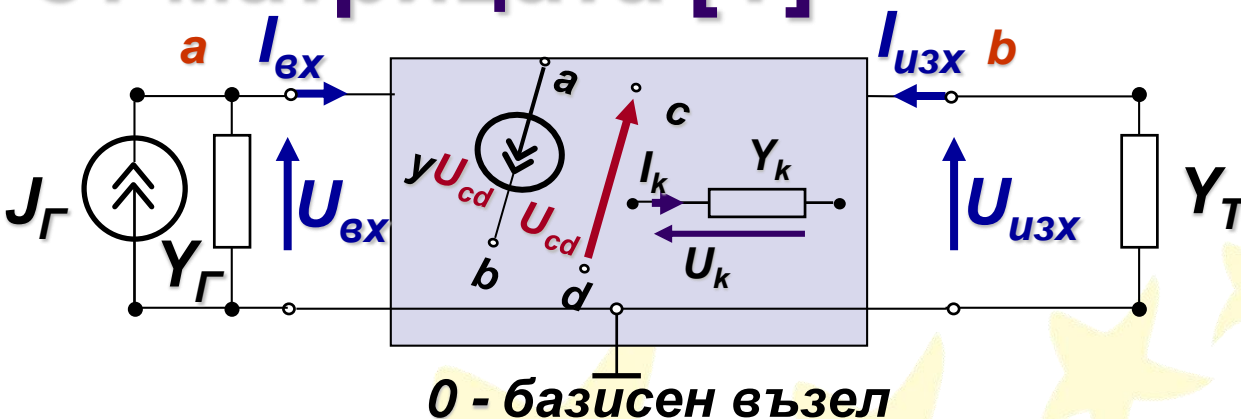
*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

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

Определяне на вторичните параметри от матрицата [Y]



- За целта се използват четириполюсните уравнения, получени от решаването на възловото уравнение на схемата при два външни полюса **a** и **b** и базисен възел, който е общ за входа и изхода

$$U_{vx} = 1/\Delta (\Delta_{aa} I_{ex} + \Delta_{ba} I_{uzx})$$

$$U_{uzx} = 1/\Delta (\Delta_{ab} I_{ex} + \Delta_{bb} I_{uzx})$$

$$I_{vx} = 1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{bb} U_{vx} - \Delta_{ba} U_{uzx})$$

$$I_{uzx} = -1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{ab} U_{vx} + \Delta_{aa} U_{uzx})$$

$$\Delta_{aa,bb} = \frac{\Delta_{aa}\Delta_{bb} - \Delta_{ab}\Delta_{ba}}{\Delta}$$

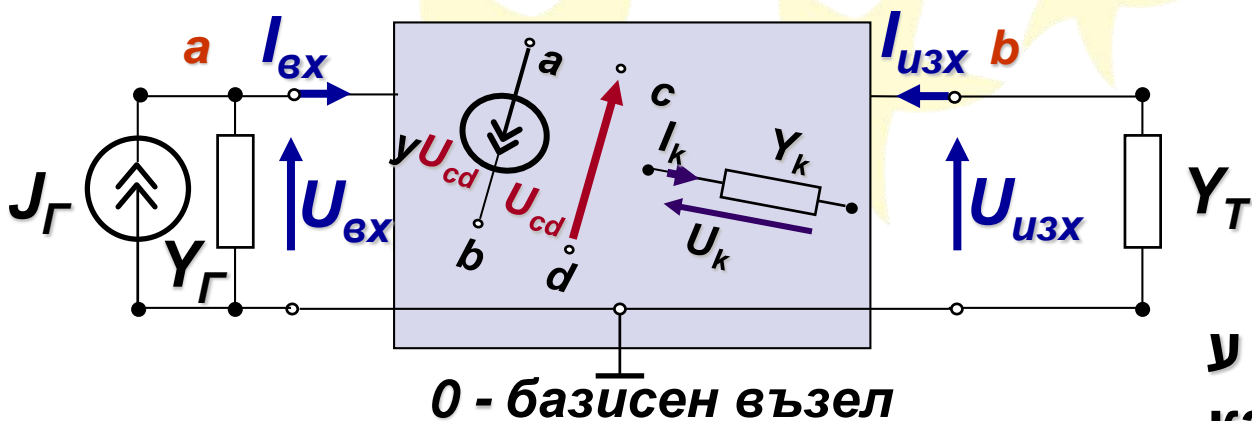


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира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



Определяне на вторичните параметри от матрицата $[Y]$

- Тъй като независимите източници са изнесени извън четириполюсника, матрицата на проводимостите на схемата $[Y]$ от ред y изразява наличието на многополюсни елементи, зависими източници и пасивни клони



$[Y]$
($y \times y$)

y – брой на каноничните сечения в схемата



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

Определяне на коефициента на усилване по напрежение от матрицата [Y]

$$K_U = U_{uzx} / U_{vx}$$

$$\begin{cases} I_{vx} = 1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{bb} U_{vx} - \Delta_{ba} U_{uzx}) \\ I_{uzx} = -1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{ab} U_{vx} + \Delta_{aa} U_{uzx}) \end{cases}$$

За целта се избира уравнението за изходния ток:

$$I_{uzx} = -1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{ab} U_{vx} + \Delta_{aa} U_{uzx})$$

$$I_{uzx} = -Y_T U_{uzx}$$

$$I_{vx} = J_\Gamma - Y_\Gamma U_{vx}$$

$$I_{uzx} = -Y_T U_{uzx}$$

$$-Y_T U_{uzx} = -1/\Delta_{aa,bb} (\Delta_{ab} U_{vx} + \Delta_{aa} U_{uzx})$$

$$U_{uzx} (Y_T \Delta_{aa,bb} + \Delta_{aa}) = \Delta_{ab} U_{vx}$$

$$K_U = U_{uzx} / U_{vx} = \Delta_{ab} / (\Delta_{aa} + \Delta_{aa,bb} Y_T)$$



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

Определяне на коефициента на усилване по напрежение от матрицата [Y]

$$K_U = U_{изх} / U_{вх} = \Delta_{ab} / (\Delta_{aa} + \Delta_{aa,bb} Y_T)$$

- При късо съединение на изхода

$$Y_T \longrightarrow \infty \quad K_{U_{кс}} = 0$$

- При отворена верига на изхода

$$Y_T = 0 \quad K_{U_{ов}} = \Delta_{ab} / \Delta_{aa}$$



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

Определяне на коефициента на усилване по ток от матрицата [Y]

$$K_I = I_{uzx} / I_{vx}$$

За целта се избира уравнението за изходното напрежение:

$$U_{uzx} = 1/\Delta (\Delta_{ab} I_{vx} + \Delta_{bb} I_{uzx})$$

$$U_{uzx} = -I_{uzx} / Y_T$$

$$-I_{uzx} / Y_T = 1/\Delta (\Delta_{ab} I_{vx} + \Delta_{bb} I_{uzx})$$

$$-I_{uzx} (\Delta + Y_T \Delta_{bb}) = Y_T \Delta_{ab} I_{vx}$$

$$K_I = I_{uzx} / I_{vx} = -\Delta_{ab} Y_T / (\Delta + \Delta_{bb} Y_T)$$



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

Определяне на коефициента на усилване по ток от матрицата [Y]

$$K_I = I_{узх} / I_{вх} = - \Delta_{ab} Y_T / (\Delta + \Delta_{bb} Y_T)$$

- При късо съединение на изхода

$$Y_T \longrightarrow \infty \quad K_{Ikc} = \Delta_{ab} / \Delta_{bb}$$

- При отворена верига на изхода

$$Y_T = 0 \quad K_{Iov} = 0$$



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

Определяне на входната проводимост от матрицата [Y]

$$Y_{вх} = I_{вх} / U_{вх}$$

За целта се използват зависимостите за K_U и K_I

$$Y_{вх} = I_{вх} / U_{вх} = (I_{вх} / U_{вх}) (U_{изх} / U_{изх}) = - Y_T K_U / K_I$$

$$Y_{вх} = (\Delta + \Delta_{bb} Y_T) / (\Delta_{aa} + \Delta_{aa,bb} Y_T)$$

- При късо съединение на изхода

$$Y_T \longrightarrow \infty \quad Y_{вхкк} = \Delta_{bb} / \Delta_{aa,bb}$$

- При отворена верига на изхода

$$Y_T = 0 \quad Y_{вхов} = \Delta / \Delta_{aa}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG05IF0001--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

Определяне на изходната проводимост от матрицата [Y]

$$Y_{изх} = I_{изх} / U_{изх}$$

За целта се използват зависимостите за $Y_{вх}$ и означенията: $a \rightarrow b$; $b \rightarrow a$; $Y_T \rightarrow Y_G$

$$Y_{изх} = (\Delta + \Delta_{aa} Y_G) / (\Delta_{bb} + \Delta_{aa,bb} Y_G)$$

- При късо съединение на изхода

$$Y_T \rightarrow \infty \quad Y_{изхкс} = \Delta_{aa} / \Delta_{aa,bb}$$

- При отворена верига на изхода

$$Y_T = 0 \quad Y_{изхов} = \Delta / \Delta_{bb}$$



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

Предавателни функции на ЕС

Вторичен параметър		Формула за изчисление	При късо съединение	При отворена верига
Символ	Наименование		$Y_T \longrightarrow \infty$	$Y_T = 0$
$K_U = U_{изх} / U_{вх}$	Коефициент на усилване по напрежение	$\frac{\Delta_{ab}}{\Delta_{aa} + \Delta_{aa,bb} Y_T}$	0	$\Delta_{ab} / \Delta_{aa}$
$K_I = I_{изх} / I_{вх}$	Коефициент на усилване по ток	$\frac{-\Delta_{ab} Y_T}{\Delta + \Delta_{bb} Y_T}$	$\Delta_{ab} / \Delta_{bb}$	0
$Y_{вх} = I_{вх} / U_{вх}$	Входна проводимост	$\frac{\Delta + \Delta_{bb} Y_T}{\Delta_{aa} + \Delta_{aa,bb} Y_T}$	$\Delta_{bb} / \Delta_{aa,bb}$	Δ / Δ_{aa}
$Y_{изх} = I_{изх} / U_{изх}$	Изходна проводимост	$\frac{\Delta + \Delta_{aa} Y_g}{\Delta_{bb} + \Delta_{aa,bb} Y_g}$	$\Delta_{aa} / \Delta_{aa,bb}$	Δ / Δ_{bb}



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



ПРИМЕР



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!



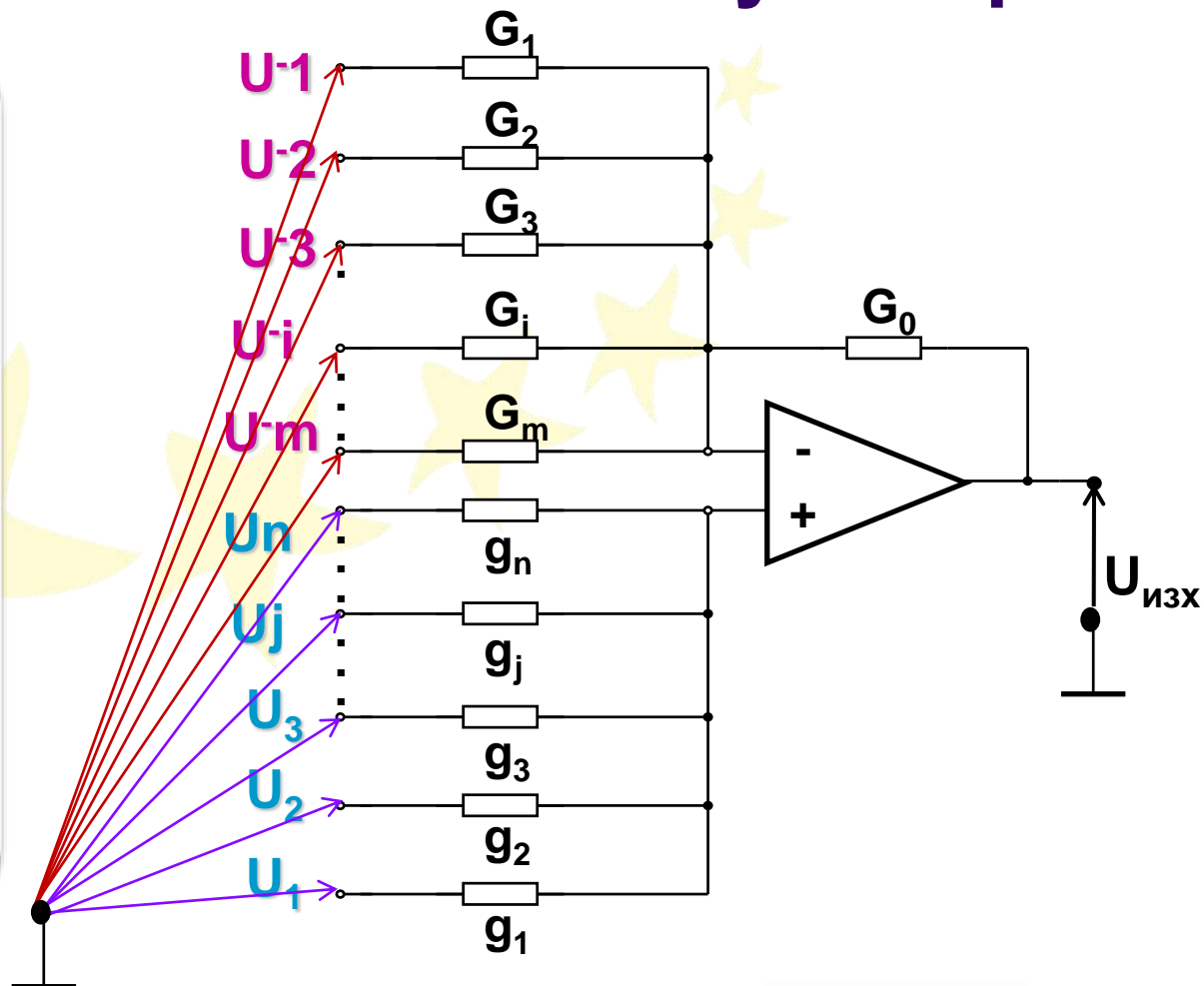
Европейски социален фонд

Пример: Да се определи изходното напрежение на аналоговия суматор

Многовходова
схема

m -
инвертиращи
входа

n -
неинвертиращи
входа



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

Аналогов суматор

- Аналоговият суматор е многовходова електронна схема, чието изходно напрежение е равно на приведената алгебрична сума на входните напрежения
- Анализът на суматора се извършва по метода на възловите напрежения и приложение на принципа на суперпозицията



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

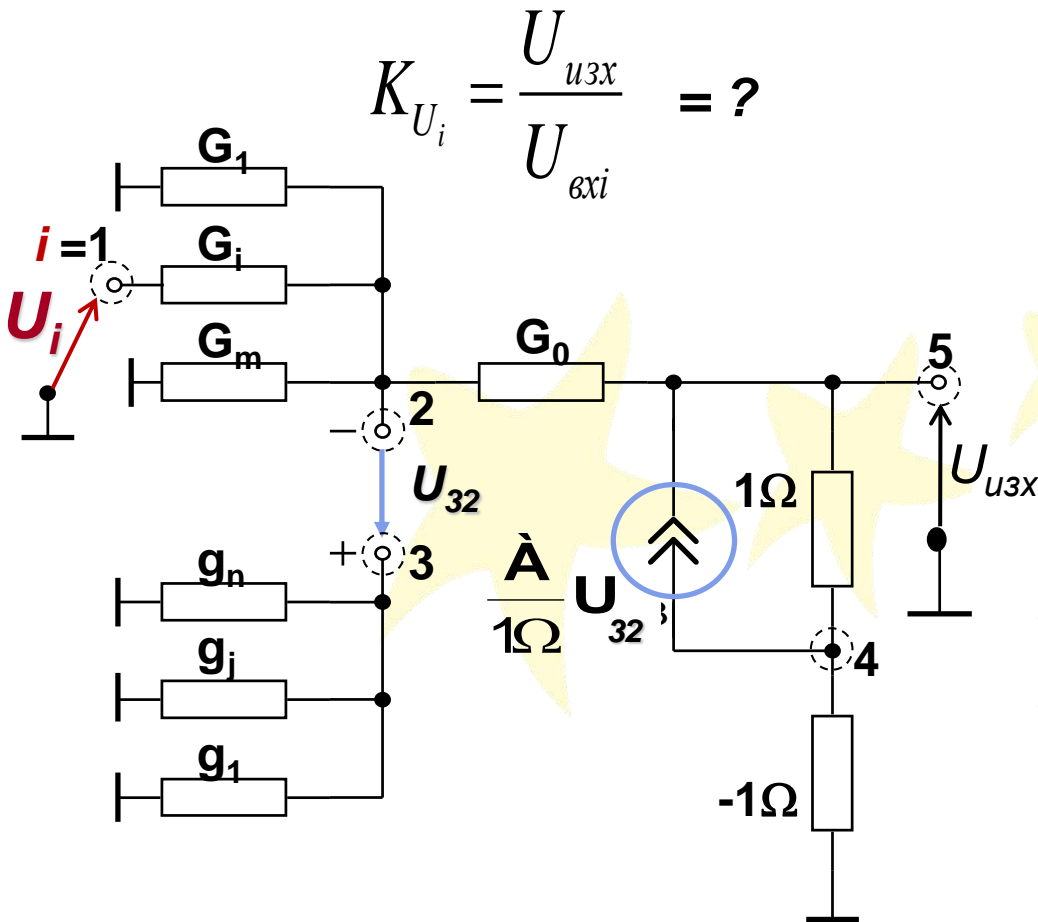
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Определяне на предавателната функция от инвертиращия вход i до изхода 5:

$$K_{U_i} = \frac{U_{изх}}{U_{вхi}} = ?$$



[Y]=

	1	*2	*3	4	5
1	G_i	$-G_i$	0	0	0
2	$-G_i$	$\sum_1^m G_i + G_0$	0	0	$-G_0$
3	0	0	$\sum_1^n g_j$	0	0
*4	0	$-A$	A	0	-1
*5	0	$-G_0 + A$	$-A$	-1	$1 + G_0$

($i=1, 2, .. m$)



Европейски съюз

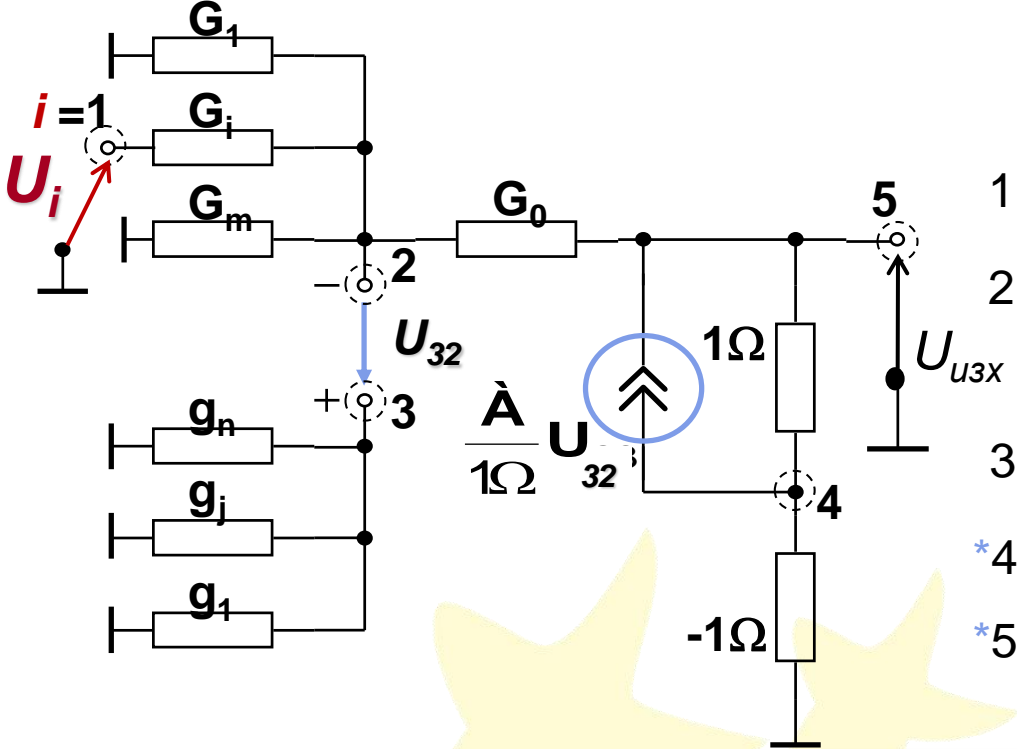
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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



[Y]

	1	*2	*3	4	5
1	G_i	$-G_i$	0	0	0
2	$-G_i$	$\sum_1^m G_i + G_0$	0	0	$-G_0$
3	0	0	$\sum_1^n g_j$	0	0
*4	0	$-A$	A	0	-1
*5	0	$-G_0 + A$	$-A$	-1	$1 + G_0$

$$K_{U_{ov}} = \frac{\Delta_{ab}}{\Delta_{aa}} = \frac{\Delta_{15}}{\Delta_{11}}$$

$a = 1, b = 5$

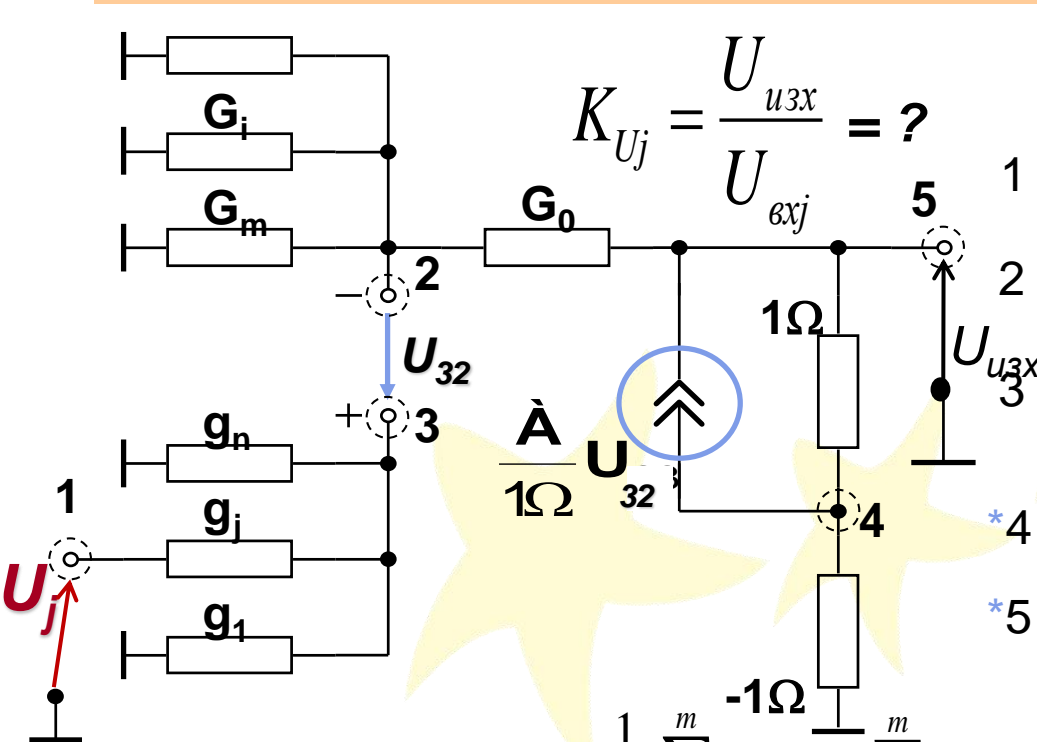
$$K_{U_i} = \frac{U_{uzx}}{U_{vxi}} = \frac{\Delta_{15}}{\Delta_{11}} = -\frac{G_i}{G_0} \quad (i=1, 2, .. m)$$



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!



Определяне на предавателната функция от неинвертиращия вход j до изхода 5:



$$K_{Uj} = \frac{U_{uzx}}{U_{vxj}} = ?$$

$[Y]=$

	1	*2	*3	4	5
1	g_j	0	$-g_j$	0	0
2	0	$\sum_1^m G_i + G_0$	0	0	$-G_0$
3	$-g_j$	0	$\sum_1^n g_j$	0	0
4	0	$-A$	A	0	-1
5	0	$-G_0 + A$	$-A$	-1	$1 + G_0$

$$K_{Uj} = \frac{U_{uzx}}{U_{vxj}} = \frac{\Delta_{15}}{\Delta_{11}} = \frac{1 + \frac{1}{G_0} \sum_1^m G_i}{\frac{1}{g_j} \sum_1^n g_j} = \frac{g_j \sum_1^m G_i}{G_0 \sum_1^n g_j} = \frac{g_j}{G_0} \cdot \frac{Y_*}{g_*}$$

$$Y_* = \sum_1^m G_i$$

$$g_* = \sum_1^n g_j$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

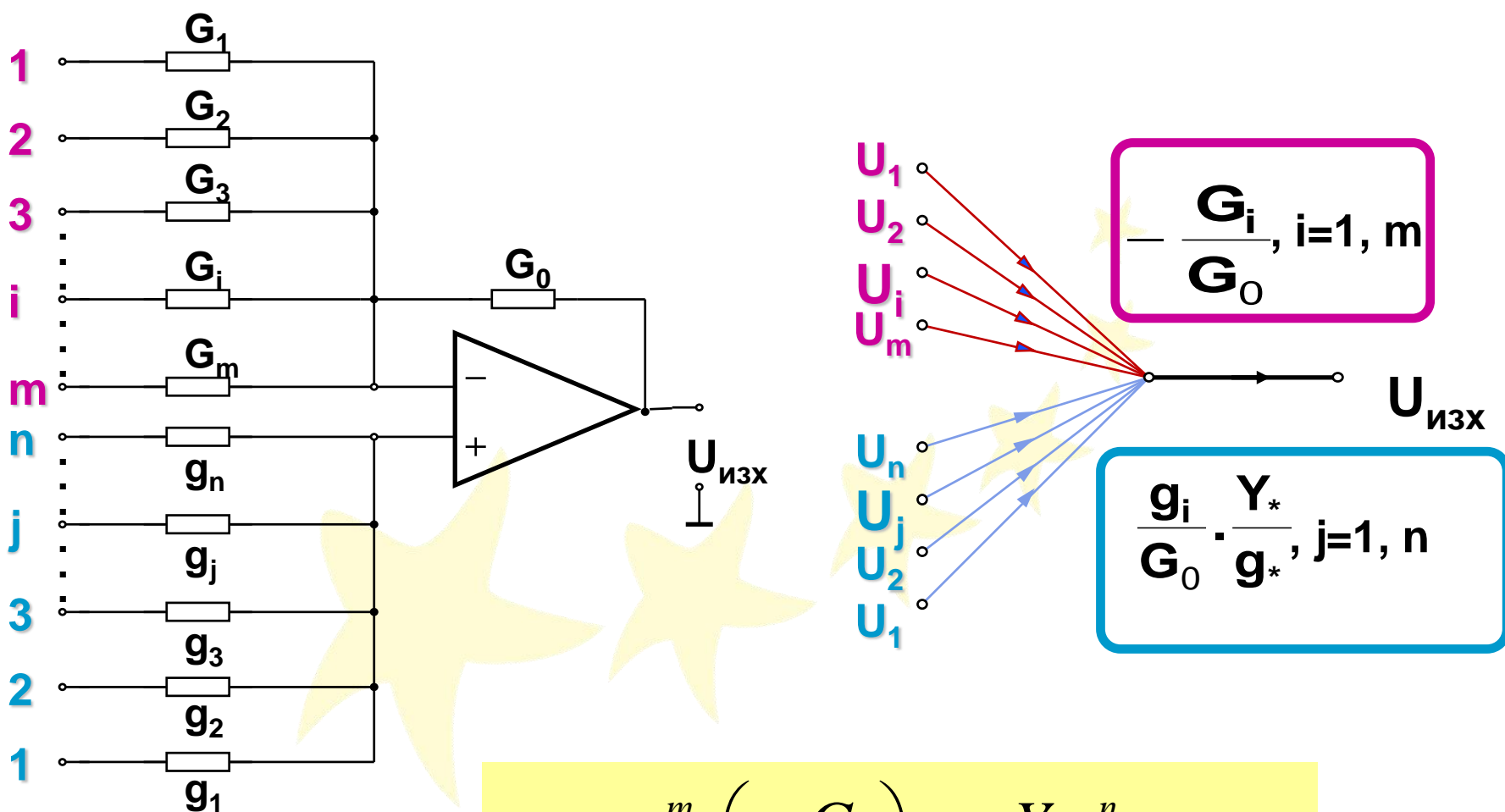
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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



$$U_{изх} = \sum_1^m \left(-\frac{G_i}{G_0} \right) U_i + \frac{Y_*}{g_*} \sum_1^n \frac{g_i}{G_0} U_j$$



Европейски съюз

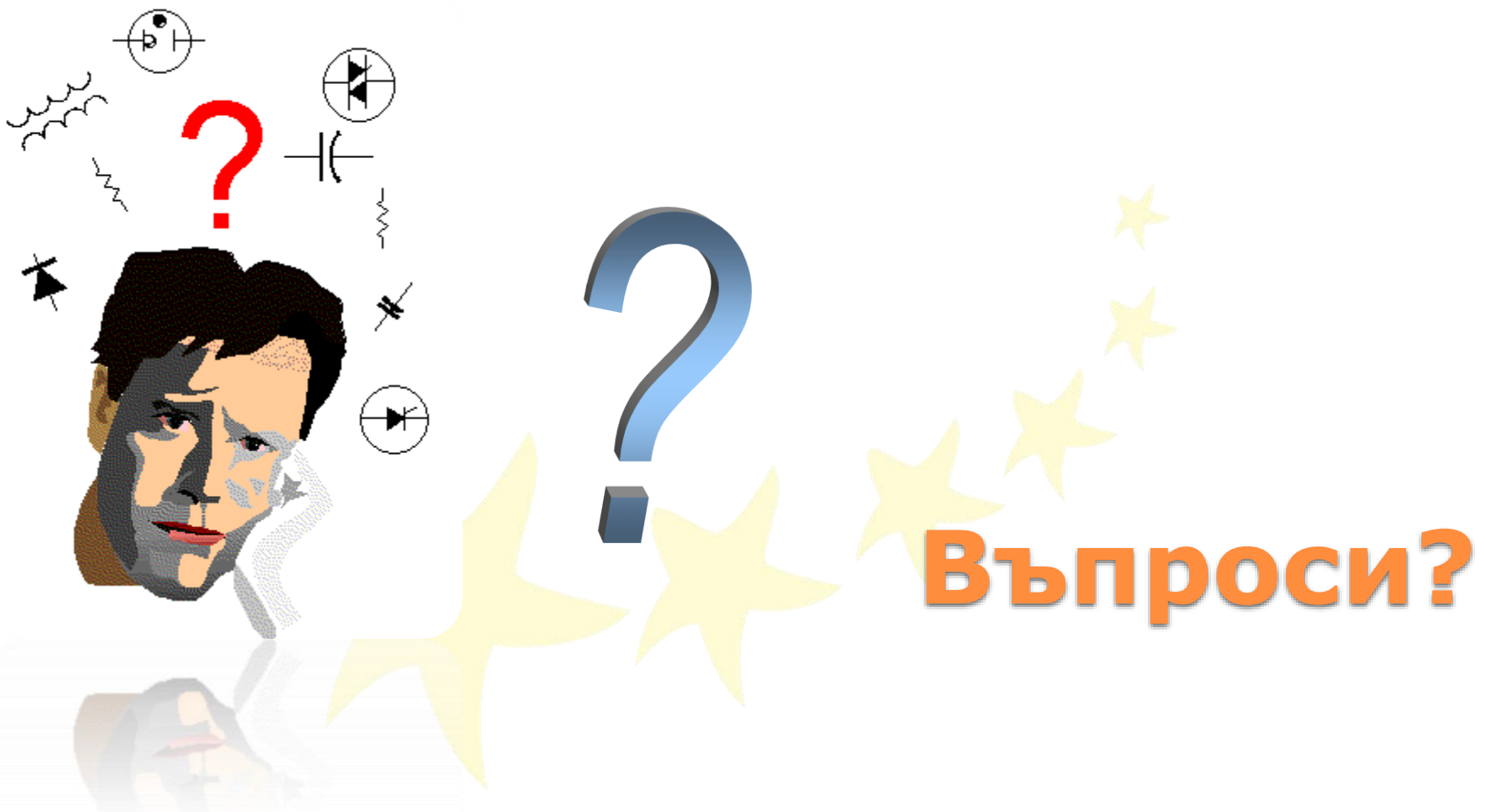
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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



ttodorov@tu-sofia.bg



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