

Теория на електронните схеми

Анализ на електронни схеми : Обобщен метод на възловите напрежения

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
- Обобщен метод на възловите напрежения
- Практически правила за съставяне на схемната матрица **[Y]** по обобщения метод на възловите напрежения
- Примери



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!



Образователни цели:

След изучаването на този раздел вие ще трябва да можете:

- Да обяснявате обобщения метод на възловите напрежения
- Да прилагате правилата за съставяне на схемната матрица **[Y]** по обобщения метод на възловите напрежения



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

Обобщен метод на възловите напрежения

- Представянето на активните електронни елементи като многополюсници с техните обобщени матрици и параметри на проводимостта, позволява да се развие обобщения метод на възловите напрежения
- Той е значително по-лесен и по-бърз отколкото метода на възловите напрежения за схеми със зависими източници на ток, управлявани от напрежение yU



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!



Обобщен метод на възловите напряжения

- Основните положения на този метод могат да се изяснят, като се разгледа една електронна схема с ν независими сечения: $1, 2, \dots, p, q, r, \dots, \nu$

$$J_1 = Y_{11}U_1 + \dots + Y_{1p}U_p + \dots + Y_{1\nu}U_\nu$$

$$J_2 = Y_{21}U_1 + \dots + Y_{2p}U_p + \dots + Y_{2\nu}U_\nu$$

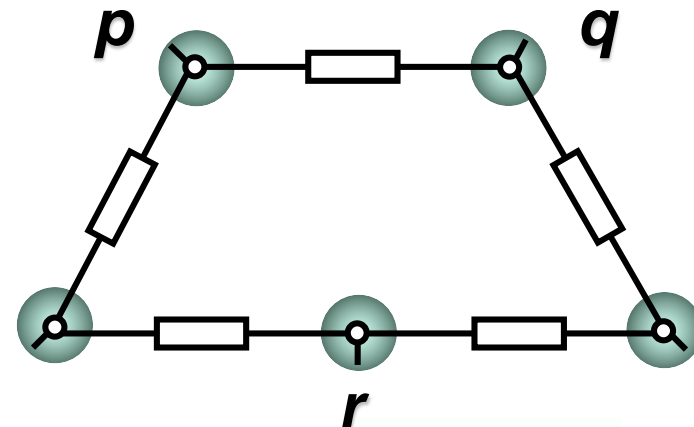
.....

$$J_p = Y_{p1}U_1 + \dots + Y_{pp}U_p + \dots + Y_{p\nu}U_\nu$$

.....

$$J_\nu = Y_{\nu 1}U_1 + \dots + Y_{\nu p}U_p + \dots + Y_{\nu \nu}U_\nu$$

Според възловото уравнение $[J]=[Y][U]$, схемата се характеризира със система от ν уравнения:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

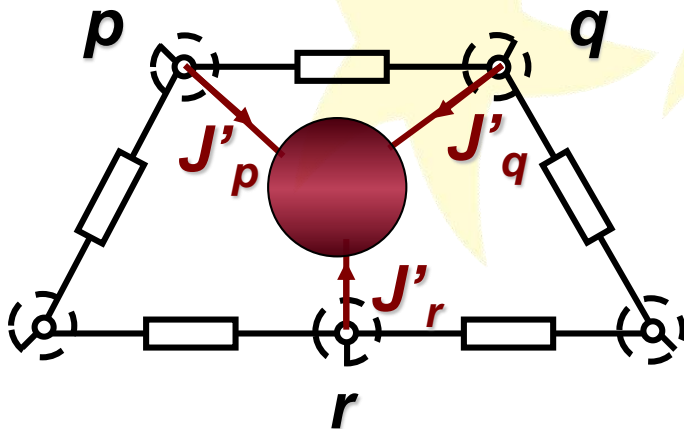
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обобщен метод на възловите напрежения

- Ако в определена част на схемата, например към възлите p , q и r , се свърже един триполюсник, той се характеризира в координатната система на възловите напрежения със системата от три уравнения :



$$J'_p = Y'_{pp} U_p + Y'_{pq} U_q + Y'_{pr} U_r$$

$$J'_q = Y'_{qp} U_p + Y'_{qq} U_q + Y'_{qr} U_r$$

$$J'_r = Y'_{rp} U_p + Y'_{rq} U_q + Y'_{rr} U_r$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

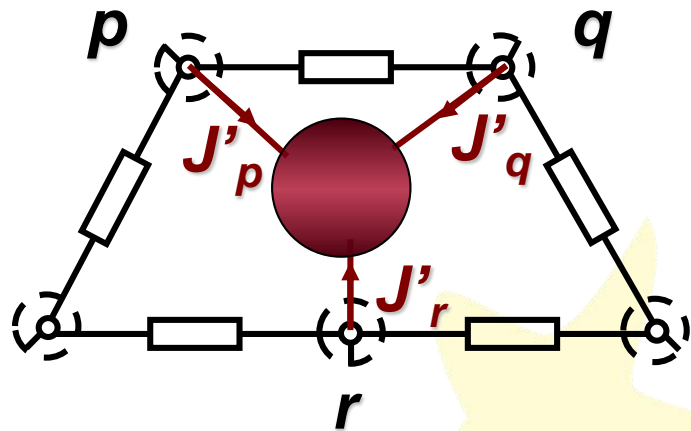
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Обобщен метод на възловите напряжения



$$\begin{bmatrix} J'_p \\ J'_q \\ J'_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y'_{pp} & Y'_{pq} & Y'_{pr} \\ Y'_{qp} & Y'_{qq} & Y'_{qr} \\ Y'_{rp} & Y'_{rq} & Y'_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_p \\ U_q \\ U_r \end{bmatrix}$$

$$[J]' = [Y]'_o [U]$$

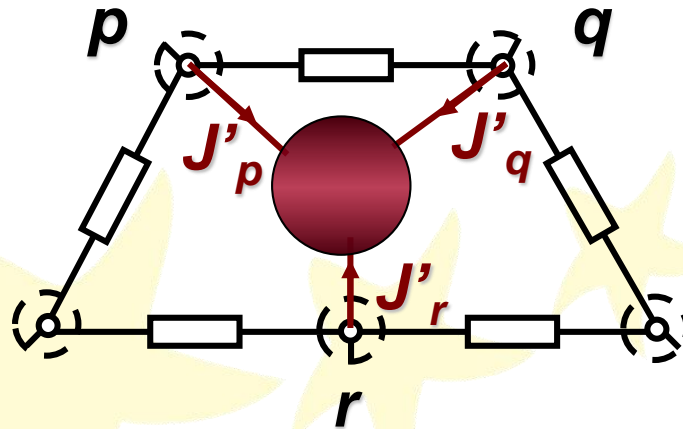
- J'_p , J'_q и J'_r – задаващи токове на триполюсника
- Y'_{pp} , Y'_{pq} , ..., Y'_{rr} – 9 обобщени параметри на проводимостта на триполюсника
- U_p , U_q и U_r – три от общо ν на брой независими възлови напряжения за схемата



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!



Обобщен метод на възловите напряжения



- При записване на системата независими уравнения за схемата, наличието на триполюсника ще се вземе под внимание само в уравнения с номера **p, q** и **r**



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

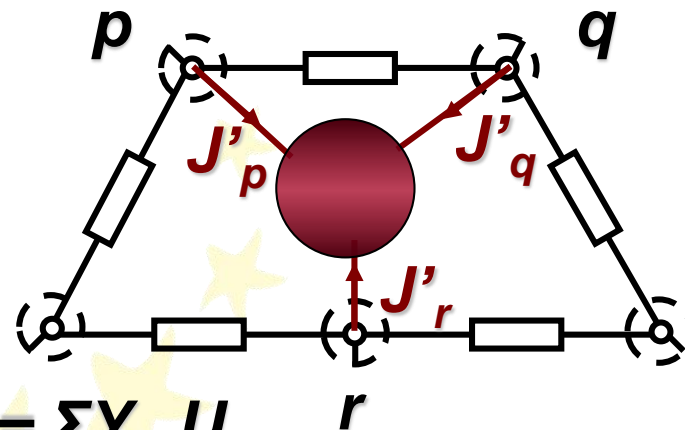
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обобщен метод на възловете напряжения

- Към независимите задаващи токове на схемата J_p , J_q и J_r (преди включването на триполюсника), в лявата част на уравненията се прибавят задаващите токове на триполюсника J'_p , J'_q и J'_r с отрицателен знак, тъй като излизат от съответните сечения



$$J_1 = \sum Y_{1s} U_s$$

$$J_2 = \sum Y_{2s} U_s$$

$$J_p - J'_p = \sum Y_{ps} U_s$$

$$J_q - J'_q = \sum Y_{qs} U_s$$

$$J_r - J'_r = \sum Y_{rs} U_s$$

$$J_y = \sum Y_{ys} U_s$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

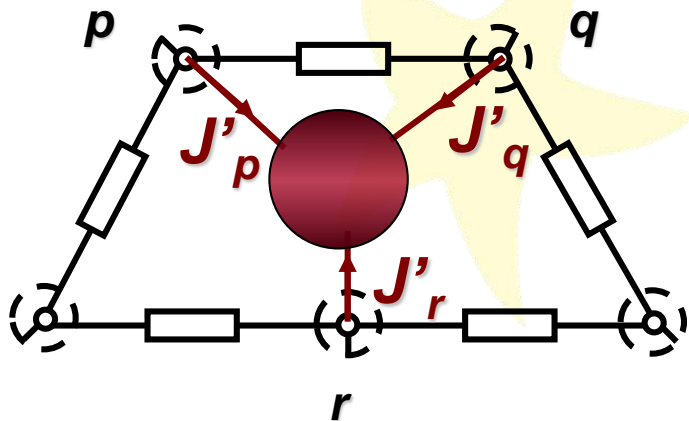
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обобщен метод на възловите напряжения

- Задаващите токове на триполюсника J'_p , J'_q и J'_r се прехвърлят в дясната страна на уравненията с положителен знак и се заместват с равните им изрази



$$J_1 = \sum Y_{1s} U_s$$

$$s=1,2,\dots,n$$

$$J_2 = \sum Y_{2s} U_s$$

$$J_p = \sum Y_{ps} U_s + J'_p$$

$$J_q = \sum Y_{qs} U_s + J'_q$$

$$J_r = \sum Y_{rs} U_s + J'_r$$

$$J_y = \sum Y_{ys} U_s$$

...



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

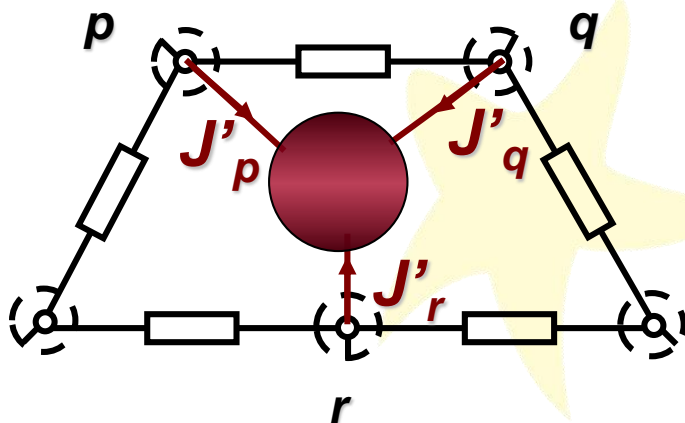
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”

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

Обобщен метод на възловите напряжения



$$J_1 = \sum Y_{1s} U_s$$

$$s=1,2,\dots,\nu$$

$$J_2 = \sum Y_{2s} U_s$$

$$J_p = \sum Y_{ps} U_s + Y'_{pp} U_p + Y'_{pq} U_q + Y'_{pr} U_r$$

$$J_q = \sum Y_{qs} U_s + Y'_{qp} U_p + Y'_{qq} U_q + Y'_{qr} U_r$$

$$J_r = \sum Y_{rs} U_s + Y'_{rp} U_p + Y'_{rq} U_q + Y'_{rr} U_r$$

$$J_\nu = \sum Y_{\nu s} U_s$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

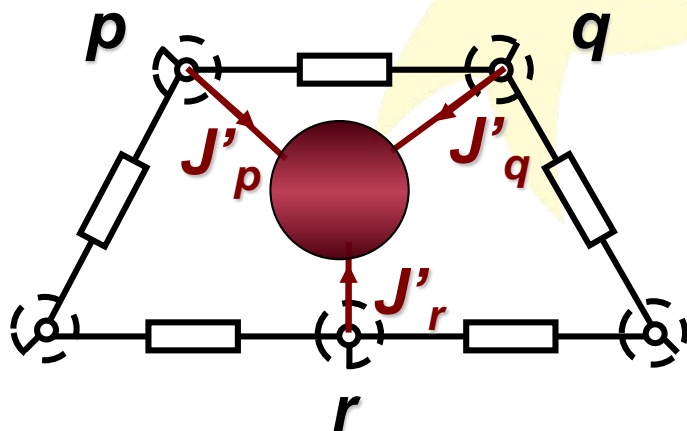
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обобщен метод на възловете напрежения

- След като се развият сумите и се съберат коефициентите (проводимостите) пред напреженията U_p , U_q и U_r уравнението на схемата получава вида:



$$[J] = [Y]_{cx}[U], \text{ където } [Y]_{cx} =$$

	1		p	q	r		y
1	Y_{11}	...	Y_{1p}	Y_{1q}	Y_{1r}	...	Y_{1y}
2	Y_{21}		Y_{2p}	Y_{2q}	Y_{2r}		Y_{2y}
...							
p	Y_{p1}		$Y_{pp} + Y'_{pp}$	$Y_{pq} + Y'_{pq}$	$Y_{pr} + Y'_{pr}$		Y_{py}
q	Y_{q1}		$Y_{qp} + Y'_{qp}$	$Y_{qq} + Y'_{qq}$	$Y_{qr} + Y'_{qr}$		Y_{qy}
r	Y_{r1}		$Y_{rp} + Y'_{rp}$	$Y_{rq} + Y'_{rq}$	$Y_{rr} + Y'_{rr}$		Y_{ry}
...							
y	Y_{y1}		Y_{yp}	Y_{yq}	Y_{yr}		Y_{yy}



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!

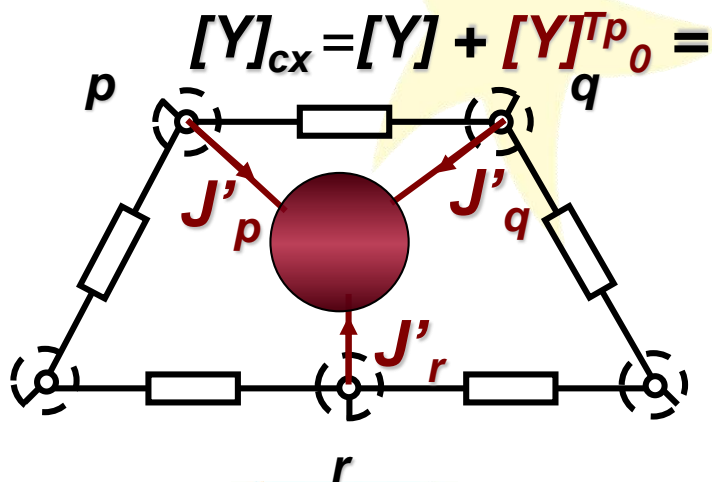


Европейски социален фонд

Обобщен метод на възловите

напряжения

Както се вижда, матрицата на схемата се състои от две матрици – матрицата на схемата без триполюсник и обобщената матрица на триполюсника:



Европейски съюз

	1		p	q	r		y
1	Y_{11}	...	Y_{1p}	Y_{1q}	Y_{1r}	...	Y_{1y}
2	Y_{21}		Y_{2p}	Y_{2q}	Y_{2r}		Y_{2y}
...							
p	Y_{p1}		$Y_{pp} + Y'_{pp}$	$Y_{pq} + Y'_{pq}$	$Y_{pr} + Y'_{pr}$		Y_{py}
q	Y_{q1}		$Y_{qp} + Y'_{qp}$	$Y_{qq} + Y'_{qq}$	$Y_{qr} + Y'_{qr}$		Y_{qy}
r	Y_{r1}		$Y_{rp} + Y'_{rp}$	$Y_{rq} + Y'_{rq}$	$Y_{rr} + Y'_{rr}$		Y_{ry}
...							
y	Y_{y1}		Y_{yp}	Y_{yq}	Y_{yr}		Y_{yy}

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

Обобщен метод на възловите напряжения

- Ако електронната схема има повече многополюсници, например N броя, техните обобщени матрици също ще се прибавят към матрицата на схемата при отчитане на номерата на възлите, към които са свързани техните полюси, т.е.

$$[Y]_{cx} = [Y] + \sum_{i=1, N} [Y]^i_0$$



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!



Обобщен метод на възловите напрежения

$$[Y]_{cx} = [Y] + \sum_{i=1, N} [Y]^i_0$$

- При практическото използване на обобщения метод на възловите напрежения, най-често матрицата на цялата схема се съставя направо без да се записват и сумират отделните части



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



ПРАВИЛА ЗА СЪСТАВЯНЕ НА МАТРИЦИ НА ПРОВОДИМОСТИТЕ НА СХЕМИ С МНОГОПОЛЮСНИЦИ



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

Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

1. Начертава се принципната електронна схема по променлив ток
2. Съставя се канонична система сечения. Избраният в схемата базисен възел се номерира с нула, а останалите се номерират от **1** до v
3. Определят се обобщените параметри на проводимостите на участващите в схемата многополюсници. Индексите на техните полюси се поставят в съответствие с номерата на сеченията, към които принадлежат



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!



Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

4. Съставя се матрицата на проводимостите на схемата:
- Начертава се квадратна таблица с ν реда и ν стълба
 - Записват се собствените проводимости Y_{ii} , $i=1, 2, \dots, \nu$ (елементите на главния диагонал) като суми от проводимостите на клоните, принадлежащи на сечението i и собствените проводимости от обобщените параметри на многополюсниците, свързани към това сечение. Те винаги имат положителен знак.



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!



Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

- Записват се взаимните проводимости Y_{ij} и Y_{ji} (елементите над и под главния диагонал)
- Взаимните проводимости от обобщените параметри на многополюсниците включени между съответните сечения винаги със знак плюс
- Взаимните проводимости на пасивните клони между сеченията i и j винаги със знак минус
- Параметрите на проводимостта на ЗИТУН (ако в схемата има такива) според мястото и посоката на включване на източника и съответните управляващи напрежения

Обобщените параметри на многополюсниците се записват в схемната матрица винаги със знак плюс



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



ОБОБЩЕН МЕТОД НА ВЪЗЛОВИТЕ НАПРЕЖЕНИЯ - ПРИМЕРИ



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

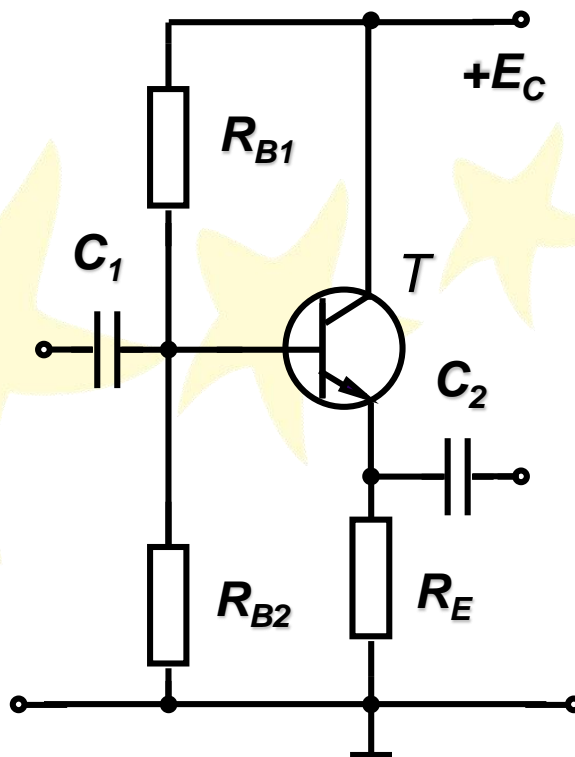
*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

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 1: Да се състави матрицата на проводимостите на еднотранзисторния усилвател в схема общ колектор за анализ в честотна област



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

Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

1. Начертава се принципната електронна схема по променлив ток



Европейски съюз

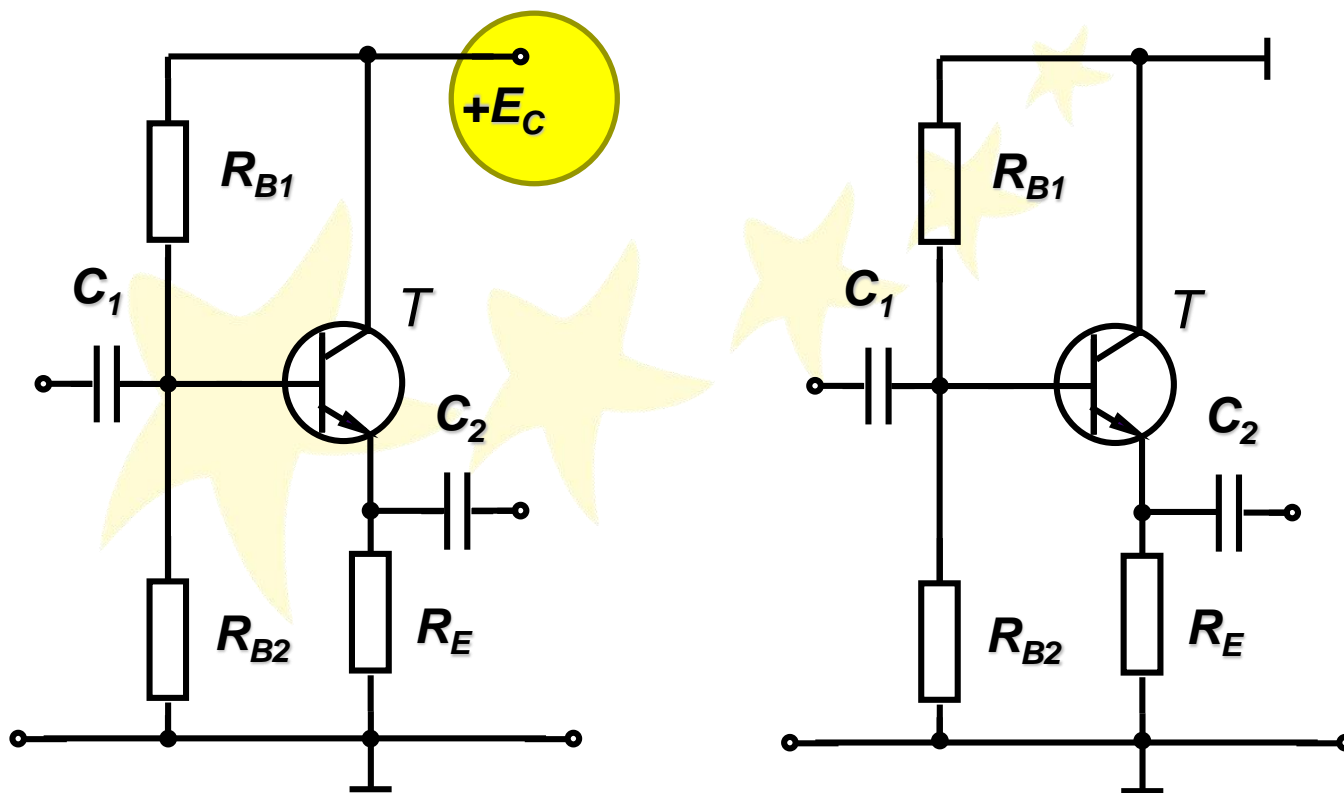
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Пример 1: Да се състави матрицата на проводимостите на еднотранзисторния усилвател в схема общ колектор



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

Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

1. Начертава се принципната електронна схема по променлив ток .
2. Съставя се канонична система сечения. Избраният в схемата базисен възел се номерира с нула, а останалите се номерират от **1** до **v** .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

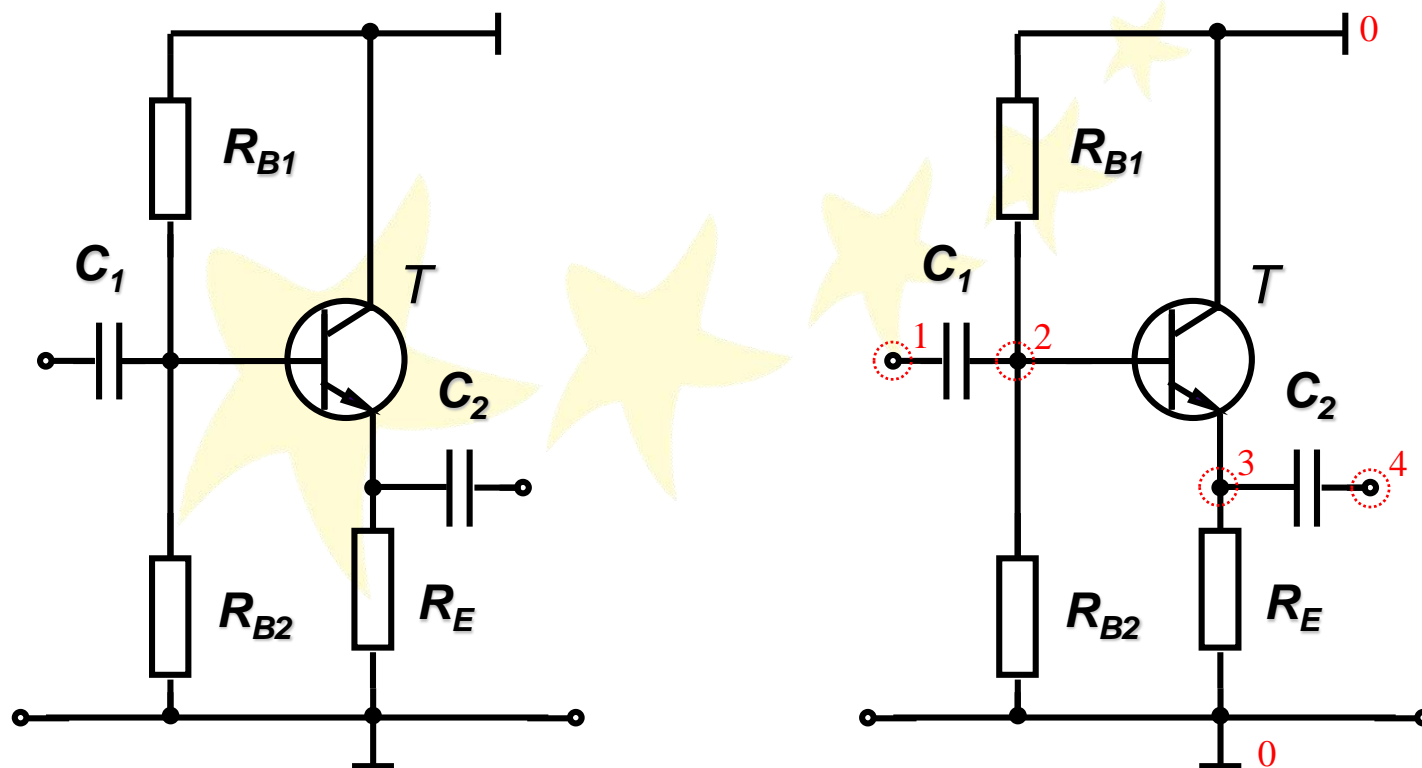
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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 1: Да се състави матрицата на проводимостите на еднотранзисторния усилвател в схема общ колектор



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

Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

3. Съставя се матрицата на проводимостите на схемата:

- Начертава се квадратна таблица с ν реда и ν стълба
- Записват се собствените проводимости Y_{ii} , $i=1, 2, \dots, \nu$ (елементите на главния диагонал) като суми от проводимостите на клоните, принадлежащи на сечението i и собствените проводимости от обобщените параметри на многополюсниците, свързани към това сечение. Те винаги имат положителен знак.



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

Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

- Записват се взаимните проводимости Y_{ij} и Y_{ji} (елементите над и под главния диагонал)
- Взаимните проводимости от обобщените параметри на многополюсниците включени между съответните сечения винаги със знак плюс
- Взаимните проводимости на пасивните клони между сеченията i и j винаги със знак минус

Обобщените параметри на многополюсниците се записват в схемната матрица винаги със знак ПЛЮС



Европейски съюз

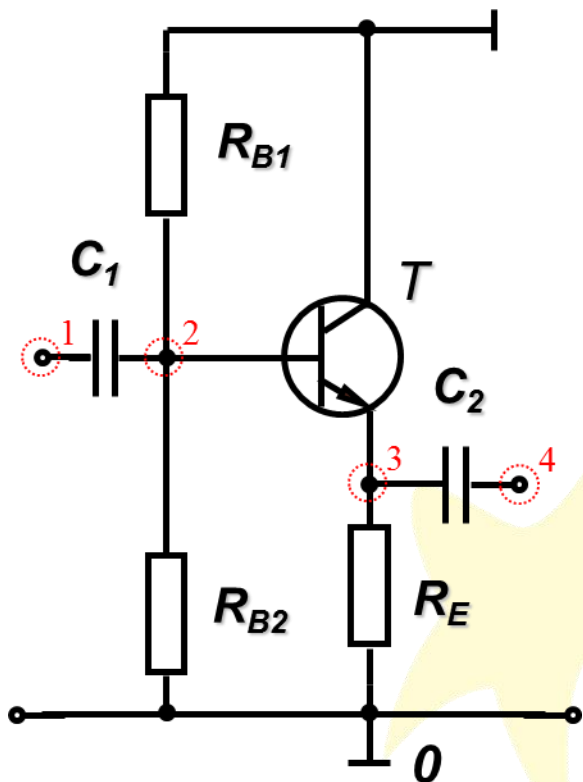
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Матрицата на проводимостите е от 4 ред:



$[Y] =$

	1	2	3	4=y
1	$C_1 p$	$-C_1 p$	0	0
2	$-C_1 p$	$1/R_{B1} + 1/R_{B2} + C_1 p + Y_{BB}$	Y_{BE}	0
3	0	Y_{EB}	$1/R_E + C_2 p + Y_{EE}$	$-C_2 p$
4=y	0	0	$-C_2 p$	$C_2 p$



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!



Правила за съставяне на матрици на проводимостите на схеми с многополюсници

4. Определят се обобщените параметри на проводимостите на участващите в схемата многополюсници. Индексите на техните полюси се поставят в съответствие с номерата на сеченията, към които принадлежат



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 PSpice всеки транзистор се включва във схемната матрица чрез обобщените му параметри, следвайки метода на възловите напрежения.
- Обобщените параметри се определят чрез процедура за линеаризиране на универсалния модел на транзистора.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

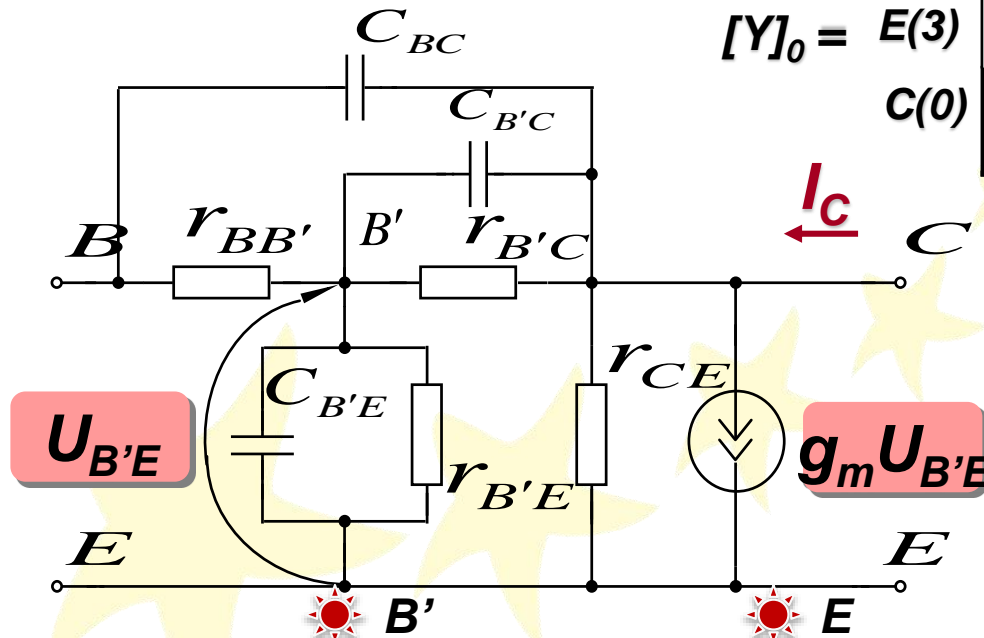
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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 случая, обобщените параметри на транзистора се дефинират чрез анализ на еквивалентната схема на Джаколето.

Съставяме обобщена матрица с размерност 4x4:



$$[Y]_0 =$$

	B(2)	E(3)	C(0)
B(2)	Y_{BB}	Y_{BE}	Y_{BC}
E(3)	Y_{EB}	Y_{EE}	Y_{EC}
C(0)	Y_{CB}	Y_{CE}	Y_{CC}

$$[Y]_0 =$$

$$\dot{y}_{B'E} = pC_{B'E} + 1/r_{B'E}$$

$$\dot{y}_{B'C} = pC_{B'C} + 1/r_{B'C}$$

B	$1/r_{BB'} + pC_{BC}$	$-1/r_{BB'}$		$-pC_{BC}$
B'	$-1/r_{BB'}$	$1/r_{BB'} + \dot{y}_{B'E} + \dot{y}_{B'C}$	$-\dot{y}_{B'E}$	$-\dot{y}_{B'C}$
E		$-\dot{y}_{B'E} - g_m$	$\dot{y}_{B'E} + 1/r_{CE} + g_m$	$-1/r_{CE}$
C	$-pC_{BC}$	$-\dot{y}_{B'C} + g_m$	$-1/r_{CE} - g_m$	$1/r_{CE} + \dot{y}_{B'C} + pC_{BC}$



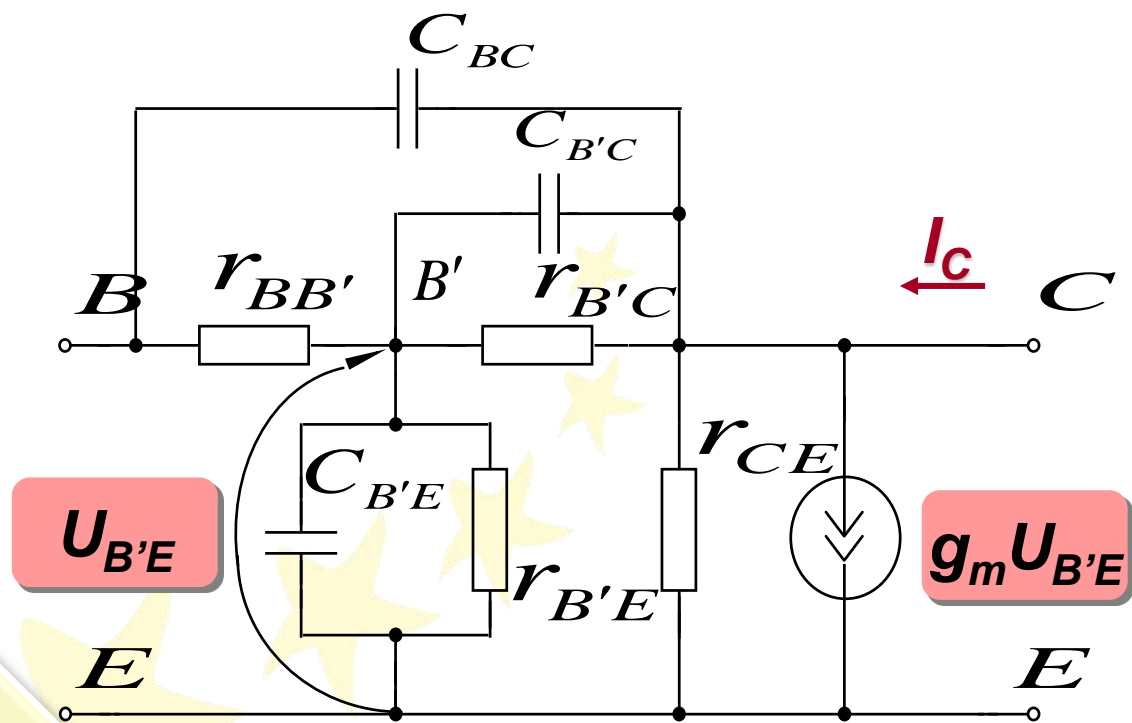
Европейски съюз

„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 определим обобщените параметри, трябва да се редуцира вътрешният възел B' (изключване на променлива по метода на Гаус) :



Редуциране на възел B' :

$$[Y]_o = (4 \times 4) \quad Y'_{ij} = Y_{ij} - \frac{Y_{iB'} Y_{B'j}}{Y_{B'B'}}$$

$i = B, E, C \quad j = B, E, C$

$[Y]'_o = (3 \times 3)$

	B	E	C
B	Y_{BB}	Y_{BB}	Y_{BB}
E	Y_{BB}	Y_{BB}	Y_{BB}
C	Y_{BB}	Y_{BB}	Y_{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

Изключваме променливата U_B , по метода на Гаус:

	B	B'	E	C
B	$1/r_{BB'} + pC_{BC}$	$-1/r_{BB'}$		$-pC_{BC}$
B'	$-1/r_{BB'}$	$1/r_{BB'} + \dot{y}_{B'E} + \dot{y}_{B'C}$	$-\dot{y}_{B'E}$	$-\dot{y}_{B'C}$
E		$-\dot{y}_{B'E} - g_m$	$\dot{y}_{B'E} + 1/r_{CE} + g_m$	$-1/r_{CE}$
C	$-pC_{BC}$	$-\dot{y}_{B'C} + g_m$	$-1/r_{CE} - g_m$	$1/r_{CE} + \dot{y}_{B'C} + pC_{BC}$

$$p = B'$$

$$Y'_{ij} = Y_{ij} - Y_{iB'} Y_{B'j} / Y_{B'B'} \quad i, j = B, E, C$$

$$Y'_{BB} = Y_{BB} - \frac{Y_{BB'} Y_{B'B}}{Y_{B'B'}} = \frac{1}{r_{BB'}} + pC_{BC} - \frac{(-1/r_{BB'})^2}{1/r_{BB'} + \dot{y}_{B'E} + \dot{y}_{B'C}}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

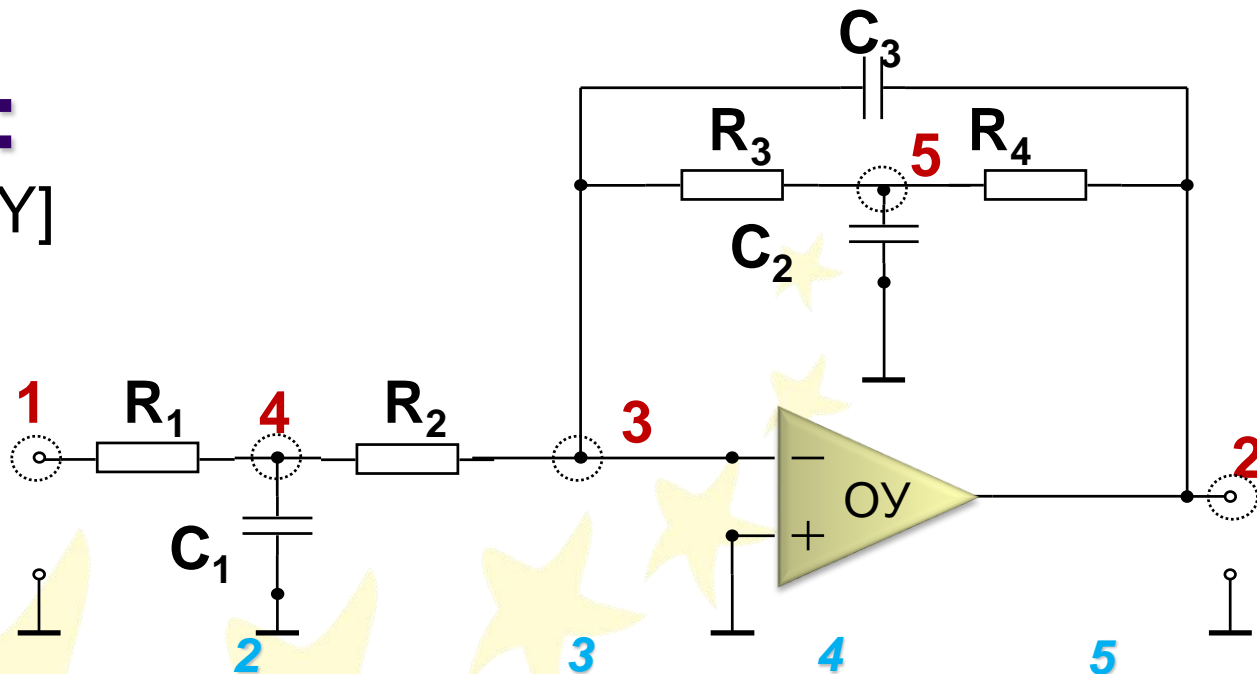
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Пример 2:

Да се състави [Y]
на НЧ филтър



$[Y]_{cx} =$
(5x5)

1	$1/R_1$	0	0	$-1/R_1$	0
2	0	$1/R_4 + C_3 p$ $+ \gamma_{ou}^{22}$	γ_{ou}^{23}	0	$-1/R_4$
3	0	$-C_3 p + \gamma_{ou}^{32}$	$1/R_2 + 1/R_3$ $+ C_3 p + \gamma_{ou}^{33}$	$-1/R_2$	$-1/R_3$
4	$-1/R_1$	0	$-1/R_2$	$1/R_1 + 1/R_2$ $+ C_1 p$	0
5	0	$1/R_3 + 1/R_4$ $+ C_2 p$	0	0	0



Европейски съюз

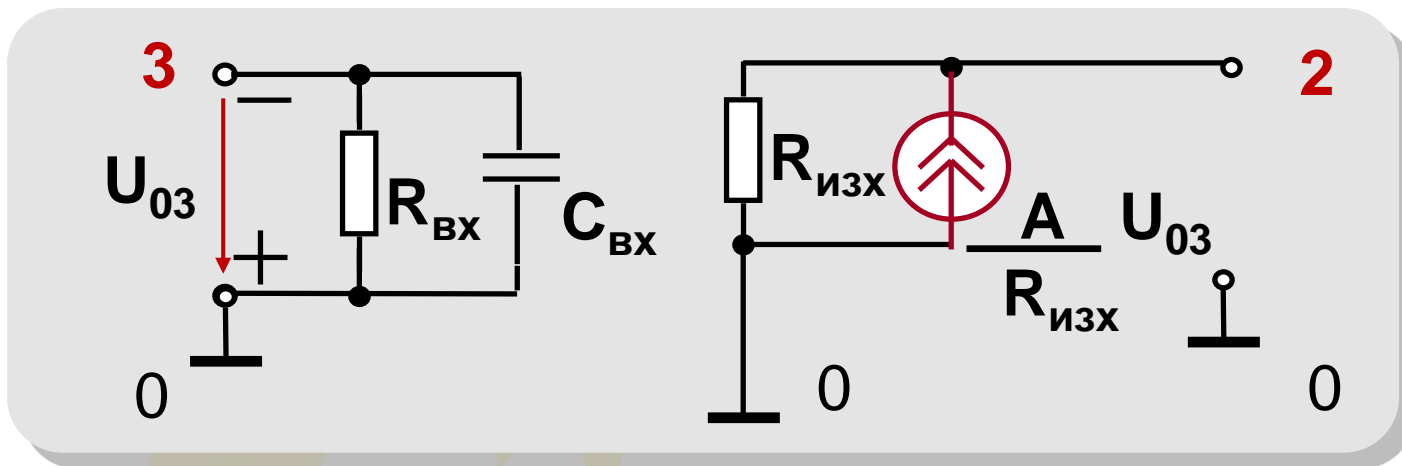
ПРОЕКТ BG051PO001-4.3.04-0042

„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“



Европейски социален фонд

$$[Y]^{ou} = \begin{array}{c|c} & \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array} \\ \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} Y_{22}^{ou} \\ Y_{32}^{ou} \end{array} & \begin{array}{c} Y_{23}^{ou} \\ Y_{33}^{ou} \end{array} \end{array} = ?$$



$$[Y]^{ou} = \begin{array}{c|c} \begin{array}{c} \odot \\ 2 \end{array} \\ \begin{array}{c} 3 \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} 1/R_{ИЗХ} \\ 1/R_{ВХ} + pC_{ВХ} \end{array} \end{array} \begin{array}{c} + A \\ \end{array}$$



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!



Обобщен метод на възловите напрежения - *Заключение:*

- Обобщеният метод на възловите напрежения е развит чрез представянето на активните електронни елементи като многополюсници с техните обобщени матрици и параметри на проводимостта
- Обобщеният метод на възловите напрежения е значително по-лесен и по-бърз в сравнение с метода на възловите напрежения за схеми със зависими източници на ток, управлявани от напрежение yU
- Обобщените параметри на многополюсниците се записват в схемната матрица винаги със знак плюс



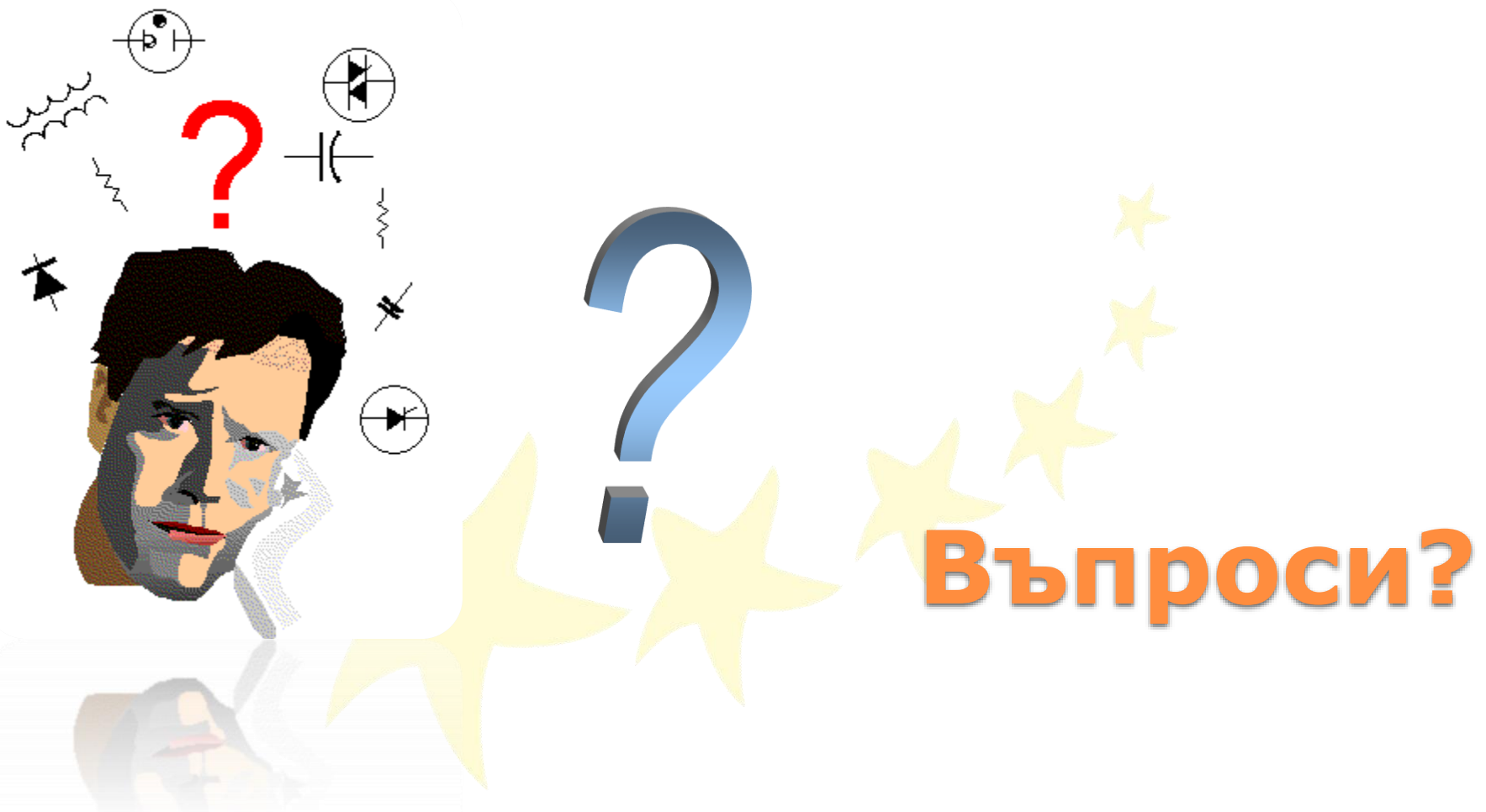
Европейски съюз

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!





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