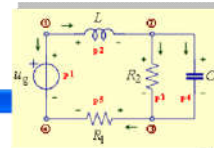


Теорија електричних кола



```
mp4RZLC.nb
In[1]:= $Version
Out[1]:= 7.0 for Microsoft Windows (32-bit) (February 18, 2009)

In[2]:= resenje =
DSolve[{i1[t] + i2[t] == 0, -i2[t] + i3[t] + i4[t] == 0,
-i3[t] - i4[t] + i5[t] == 0, -u1[t] + u2[t] + u3[t] + u5[t] == 0,
-u3[t] + u4[t] == 0, u1[t] == 12, u2'[t] == 1/2 * i2[t], u3[t] == 20 * i3[t],
i4'[t] == 1/1000 * u4[t], u5[t] == 10 * i5[t]},
{i1[t], i2[t], i3[t], i4[t], i5[t], u1[t], u2[t], u3[t], u4[t],
u5[t]}, t] // Flatten;

In[3]:= {u3[t] /. resenje // Expand} /. {x_?NumberQ} + y_ := N[x] + y // Simplify //
TraditionalForm
Out[3]//TraditionalForm=
e^{-7/600} \left( (0.570024 c_2 - 15.2125 c_1) \sin\left(\frac{\sqrt{71} t}{600}\right) + (-8.11371 c_1 - 0.519208 c_2) \cos\left(\frac{\sqrt{71} t}{600}\right) \right)
```

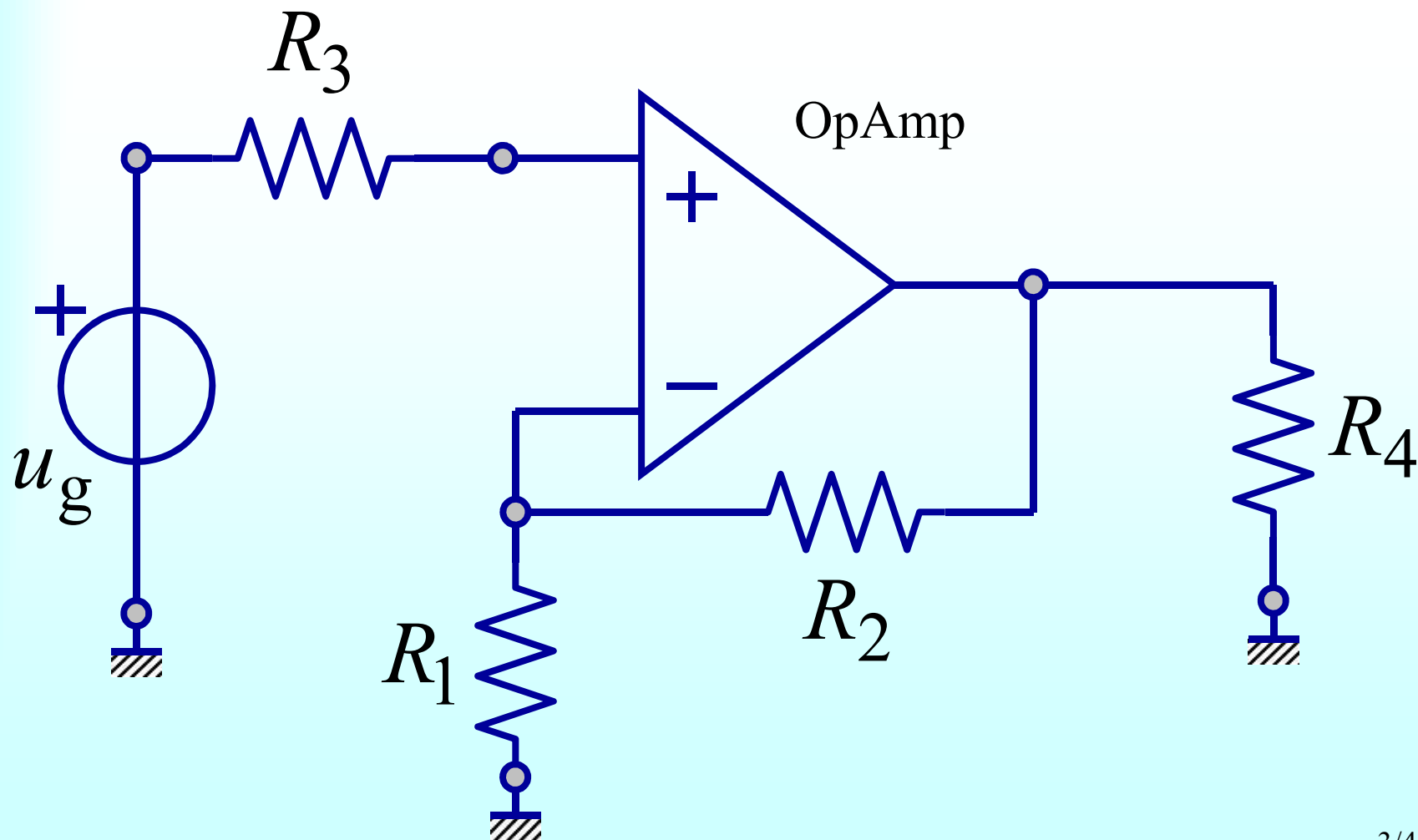


Милка Потребих

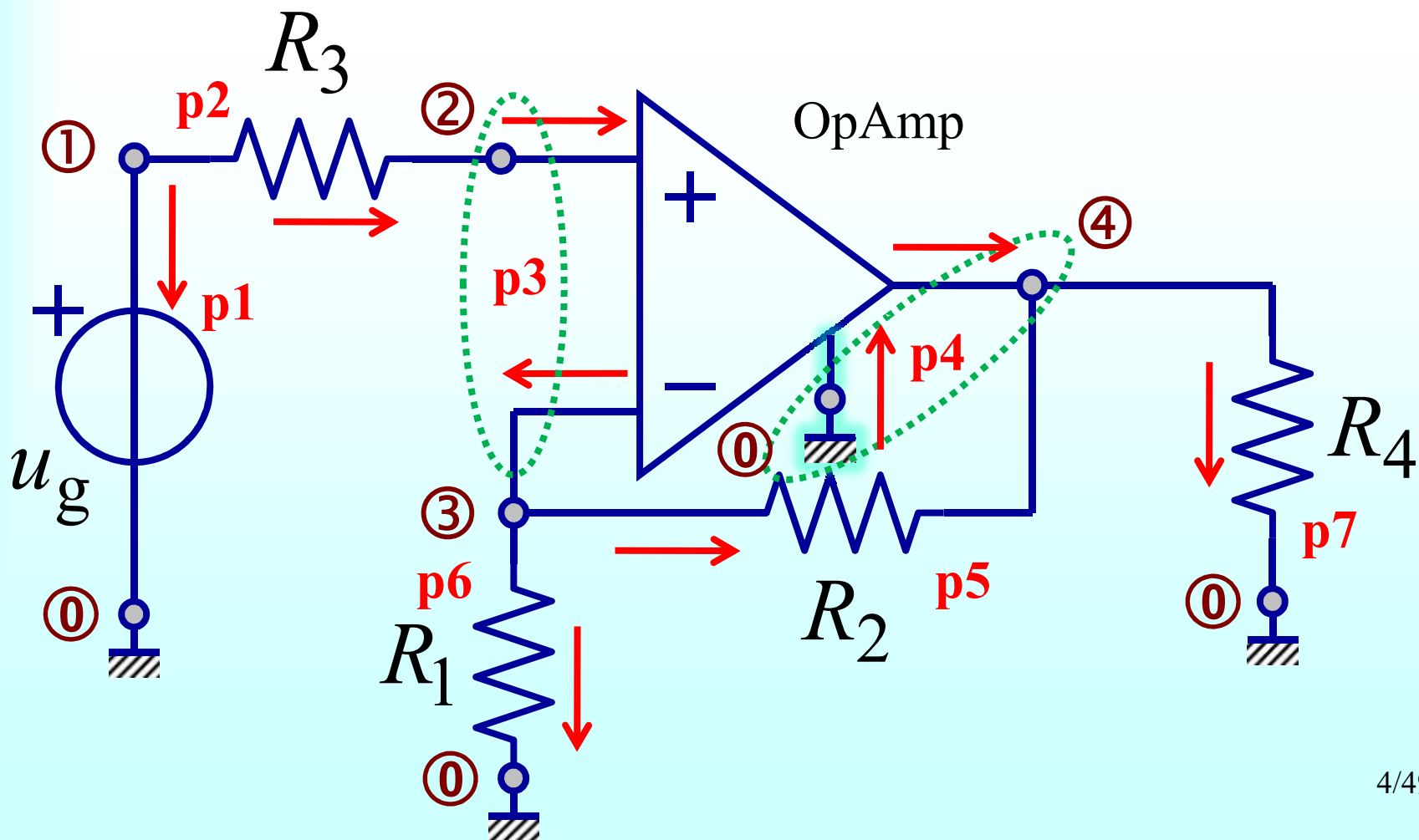
Једначине електричног кола

Постављање и решавање

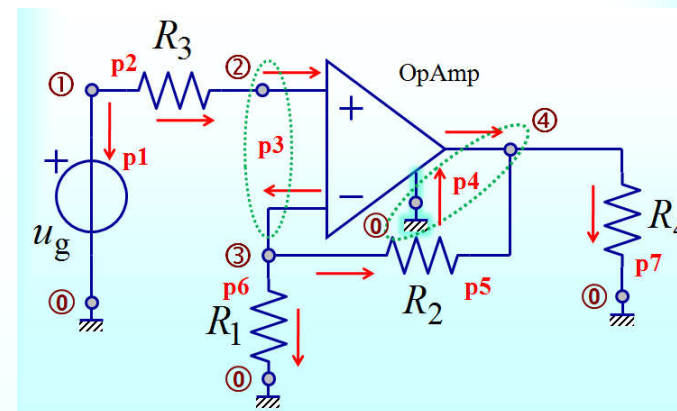
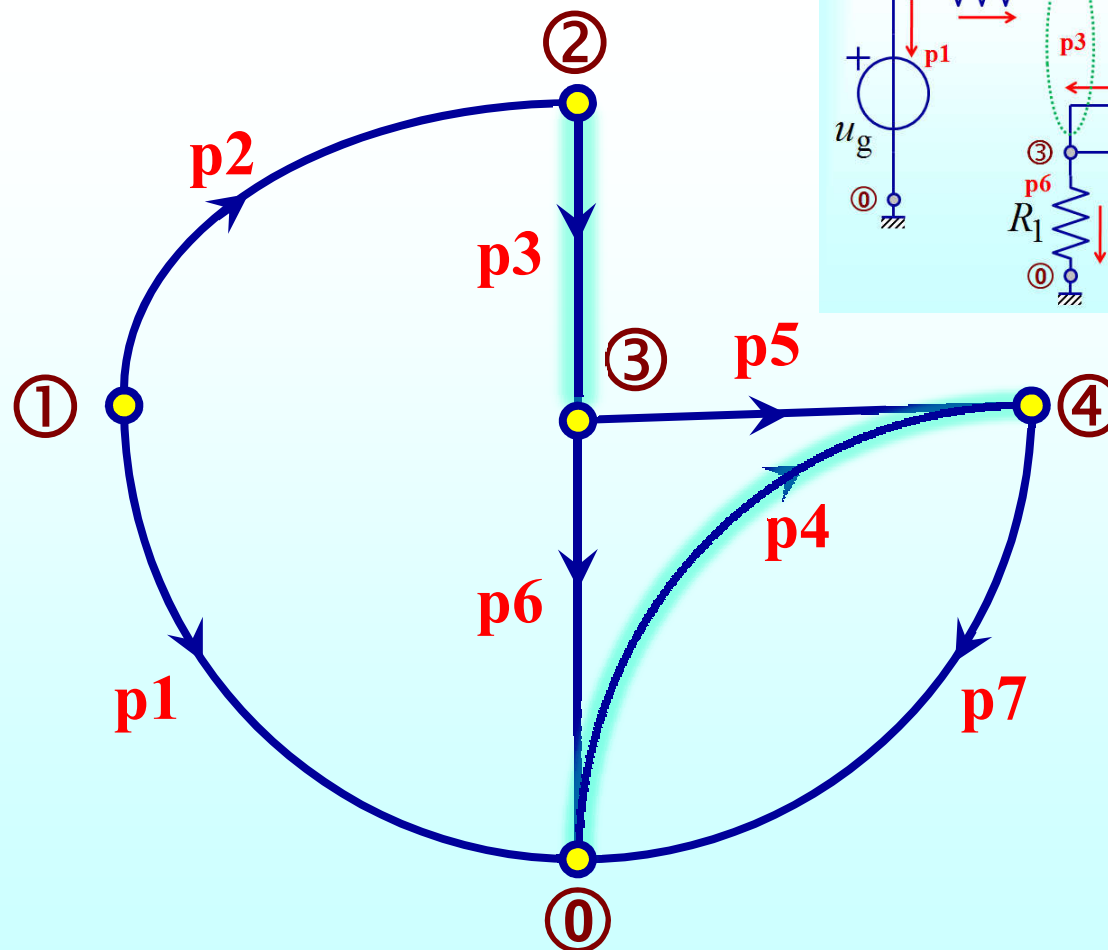
Пример електричног кола са операционим појачавачем



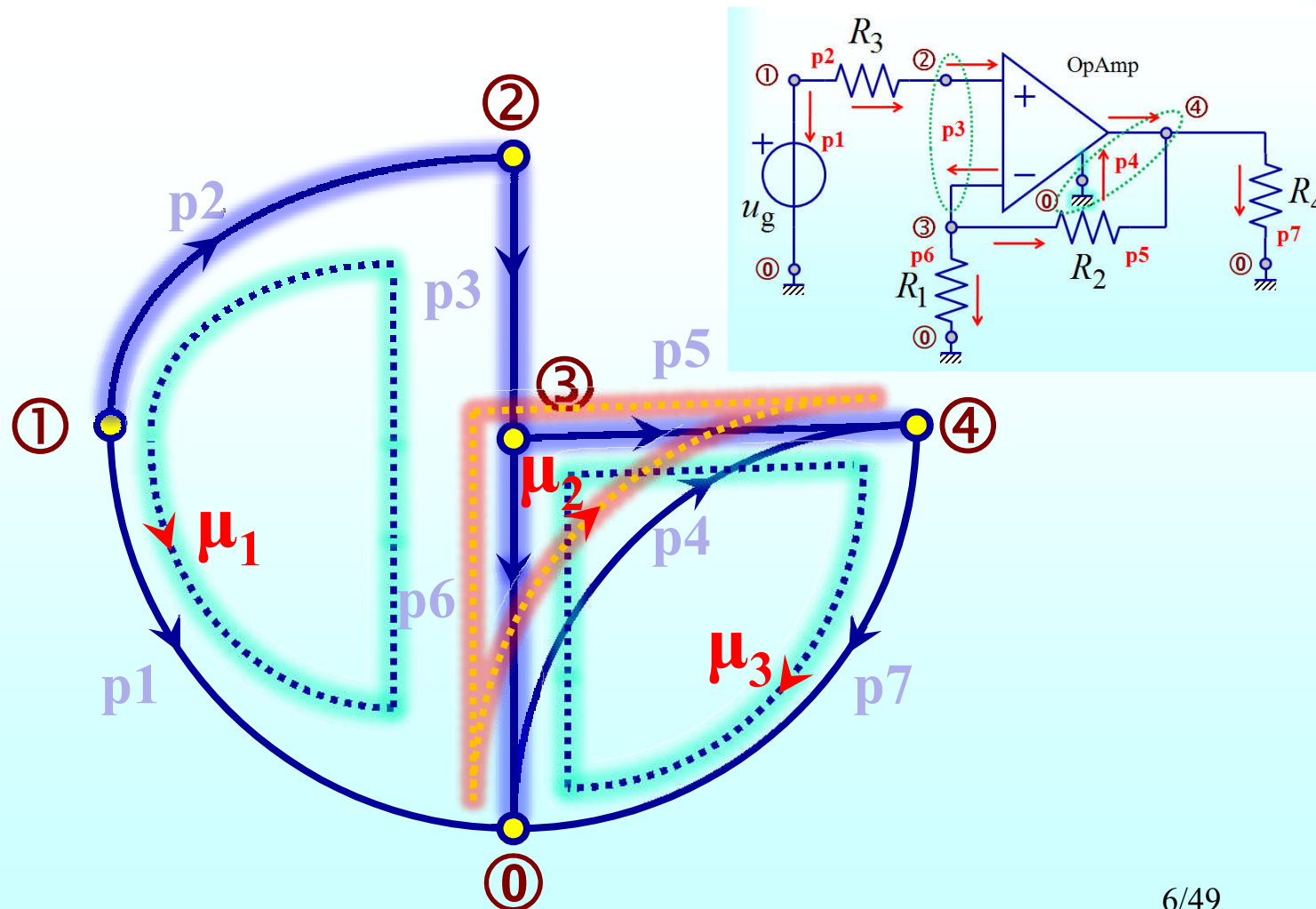
Обележавање чворова, приступа, усвајање смерова струја



Граф електричног кола

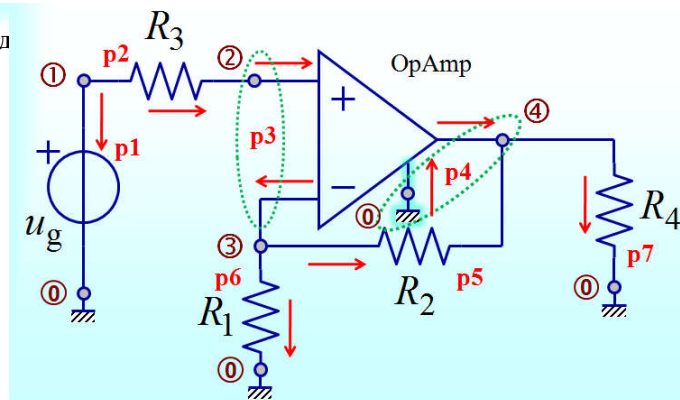


Стабло графа ел. кола, ϕ -контуре

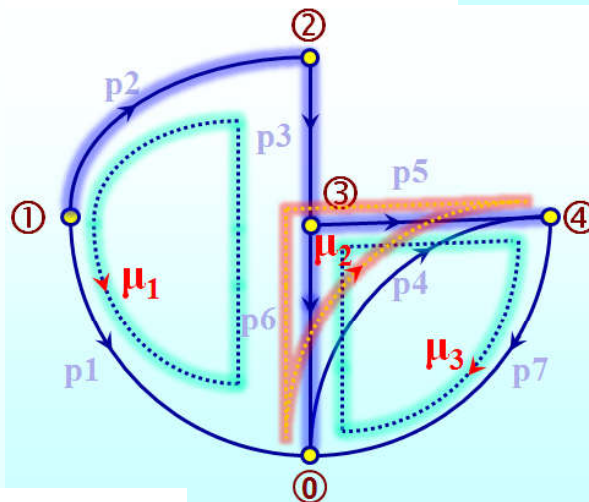


Систем једначина кола

КЗС



$$\begin{aligned} (1) \quad & i_1 + i_2 = 0 \\ (2) \quad & -i_2 + i_3 = 0 \\ (3) \quad & -i_3 + i_6 + i_5 = 0 \\ (4) \quad & -i_5 - i_4 + i_7 = 0 \end{aligned}$$



КЗН

$$\begin{aligned} (\mu_1) \quad & u_1 - u_2 - u_3 - u_6 = 0 \\ (\mu_2) \quad & u_4 + u_6 - u_5 = 0 \\ (\mu_3) \quad & u_7 - u_6 + u_5 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_1 &= u_g \\ u_2 &= R_3 i_2 \\ i_3 &= 0 \\ u_3 &= 0 \\ u_6 &= R_1 i_6 \\ u_5 &= R_2 i_5 \\ u_7 &= R_4 i_7 \end{aligned}$$

ЈЕ

Систем једначина кола

КЗС

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & i_1 + i_2 = 0 \\
 (2) \quad & -i_2 + i_3 = 0 \\
 (3) \quad & -i_3 + i_6 + i_5 = 0 \\
 (4) \quad & -i_5 - i_4 + i_7 = 0
 \end{aligned}$$

$$i_1 = 0$$

$$i_2 = 0$$

$$i_5 = -i_6$$

КЗН

$$u_1 = u_6 = u_g$$

ЈЕ

$$\begin{aligned}
 u_1 &= u_g \\
 u_2 &= R_3 i_2 \\
 i_3 &= 0 \\
 u_3 &= 0 \\
 u_6 &= R_1 i_6 \\
 u_5 &= R_2 i_5 \\
 u_7 &= R_4 i_7
 \end{aligned}$$

$$u_2 = 0$$

$$i_6 = \frac{u_g}{R_1}$$

$$\begin{aligned}
 (\mu_1) \quad & u_1 - u_2 - u_3 - u_6 = 0 \\
 (\mu_2) \quad & u_4 + u_6 - u_5 = 0 \\
 (\mu_3) \quad & u_7 - u_6 + u_5 = 0
 \end{aligned}$$

$$u_7 = u_6 - u_5 = R_1 i_6 - R_2 i_5 = (R_1 + R_2) i_6 = u_g (R_1 + R_2) / R_1$$

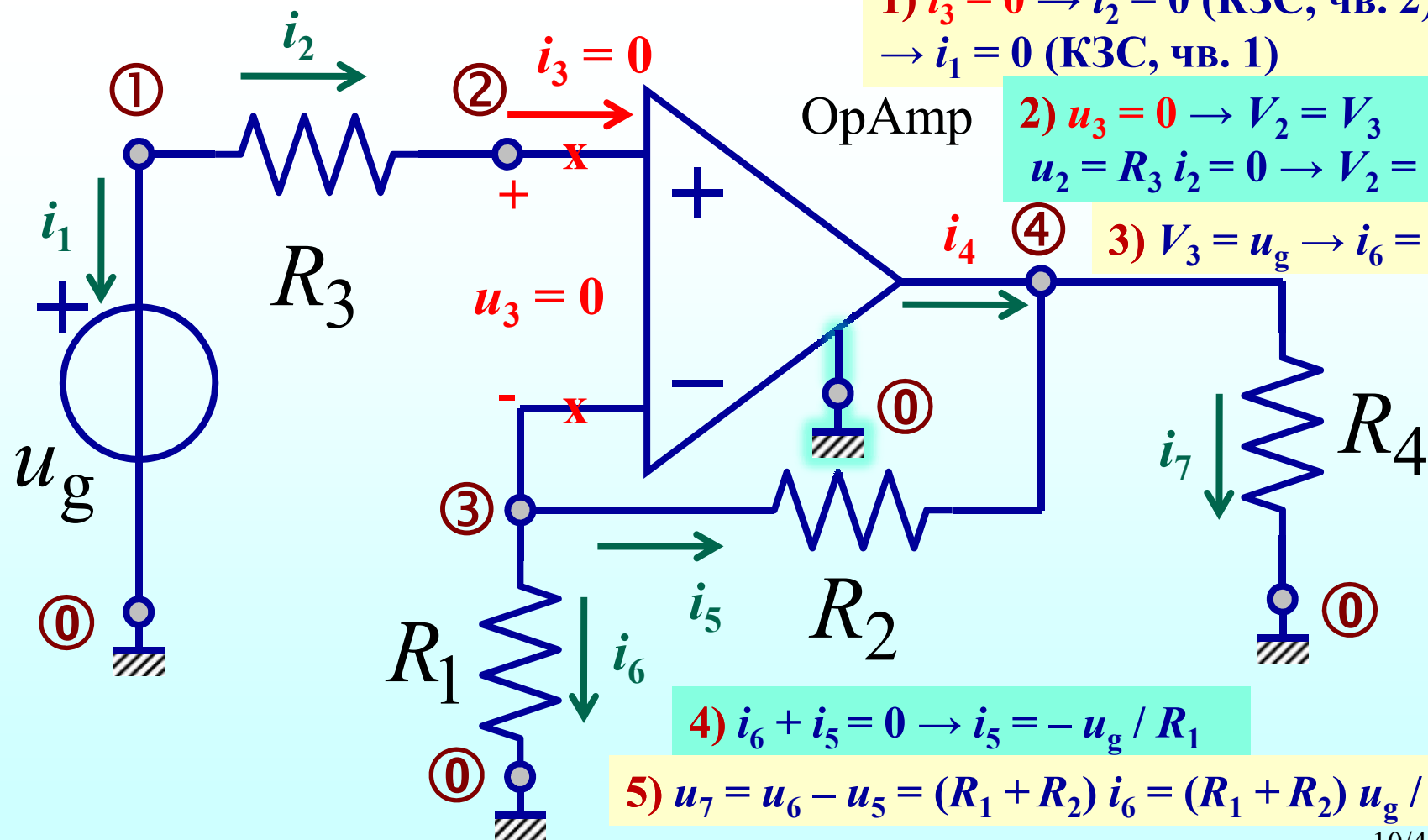
Снага отпорника R_4 и струја генератора

$$u_7 = u_6 - u_5 = R_1 i_6 - R_2 i_5 = (R_1 + R_2) i_6 = u_g (R_1 + R_2) / R_1$$

$$p_7 = u_7 i_7 = u_7^2 / R_4$$

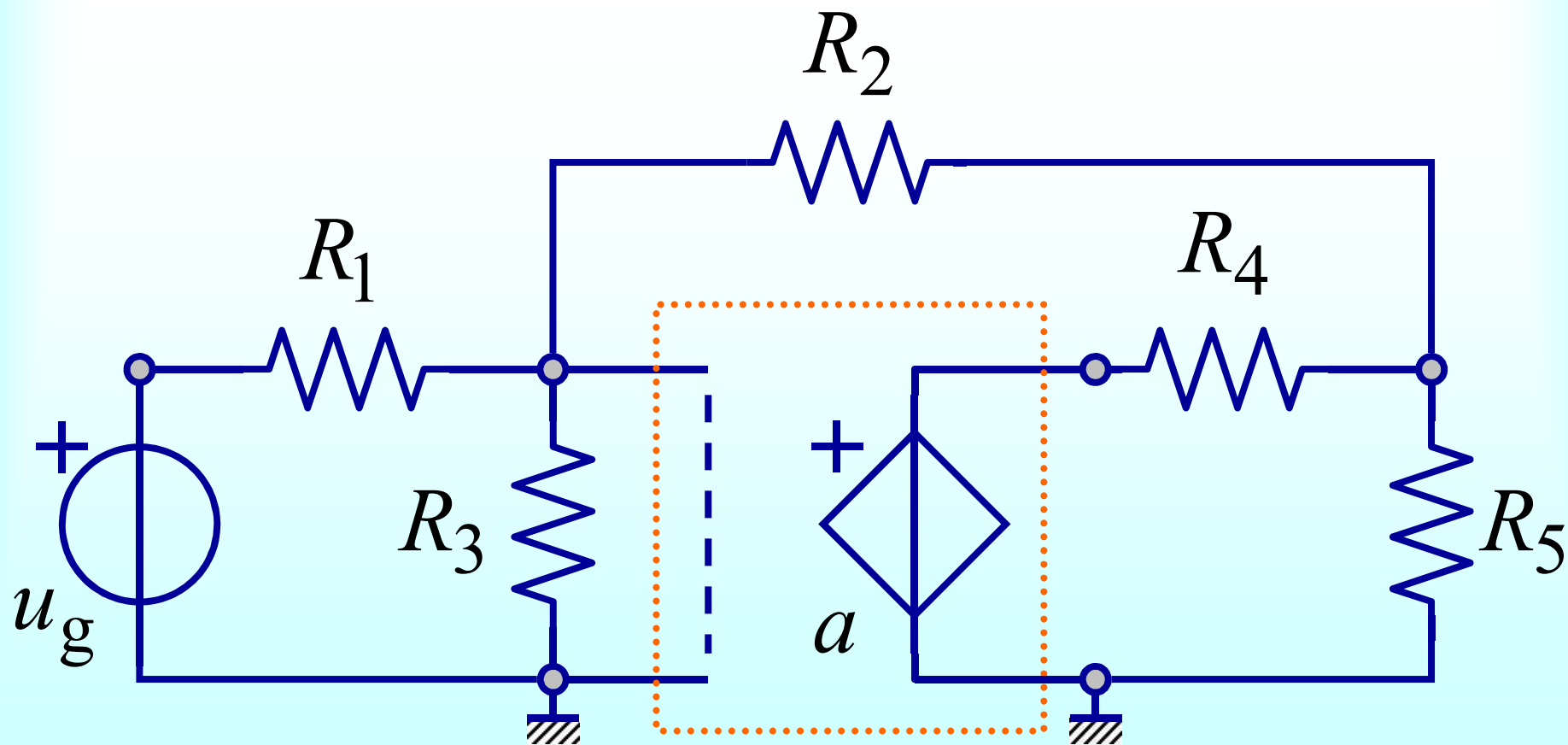
$$i_1 = 0$$

Решавање ел. кола са операционим појачавачем – редукован систем једначина

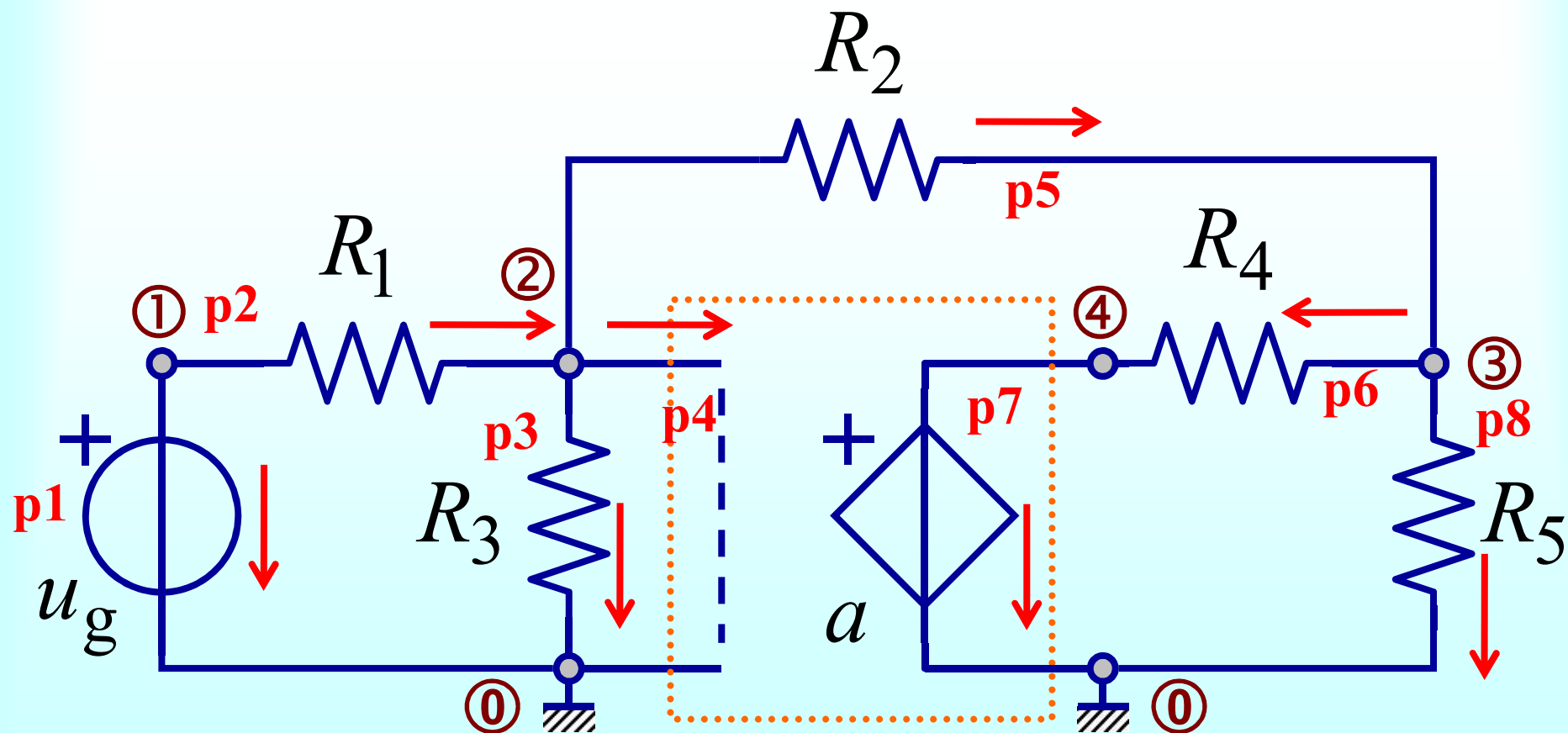


Одредити снагу отпорника R_4 и струју генератора

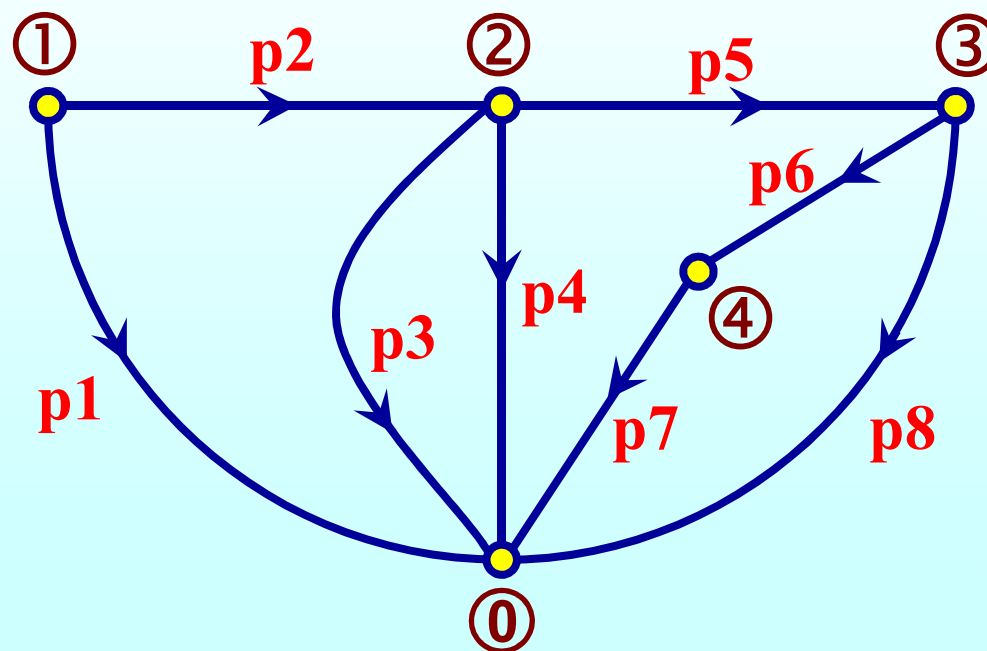
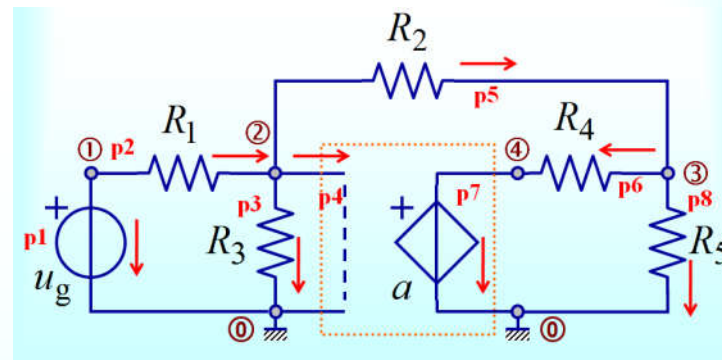
Пример електричног кола са зависним извором



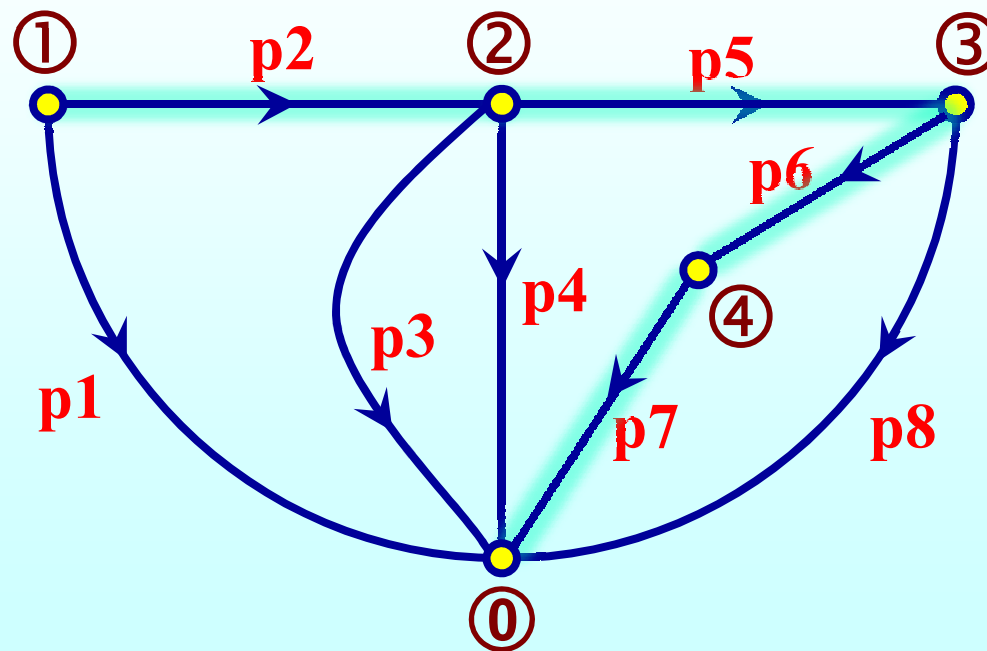
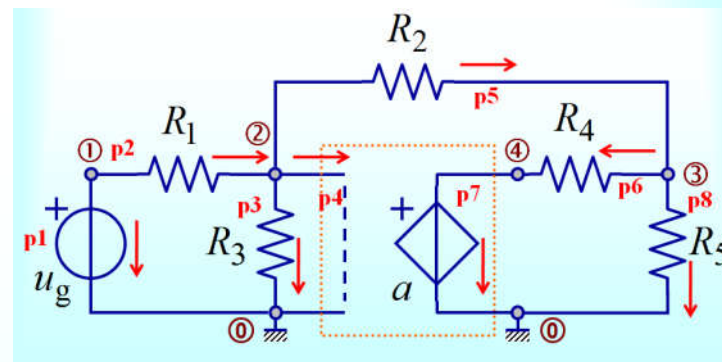
Пример електричног кола са зависним извором



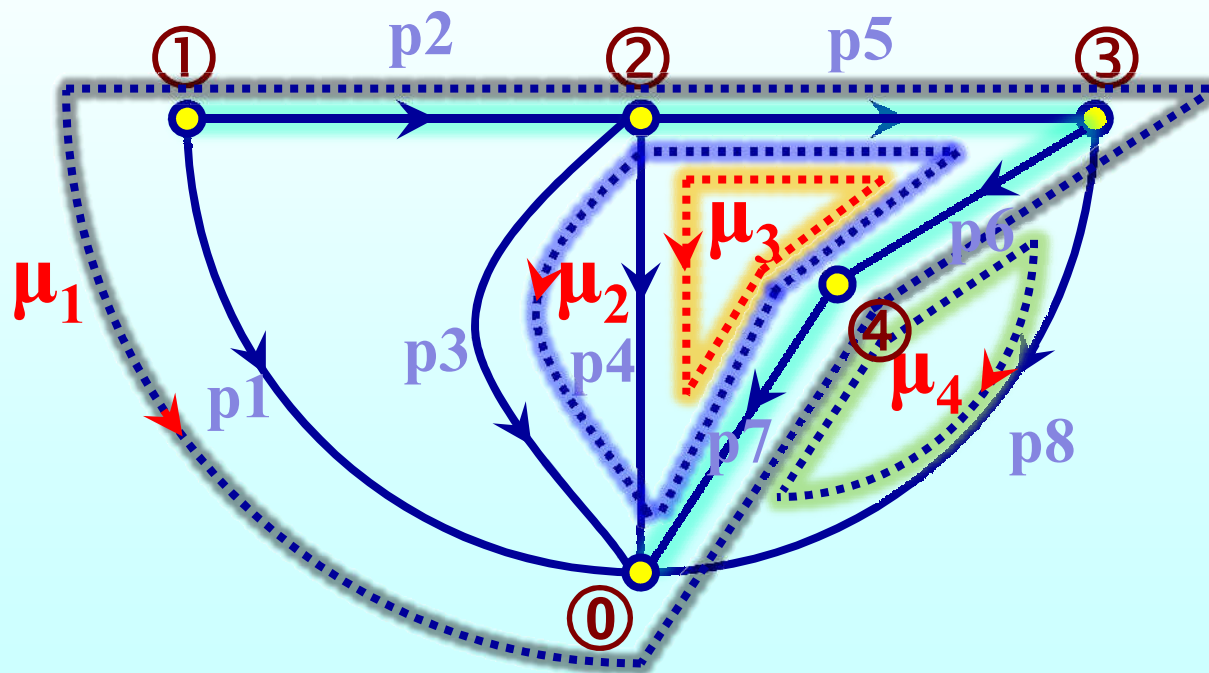
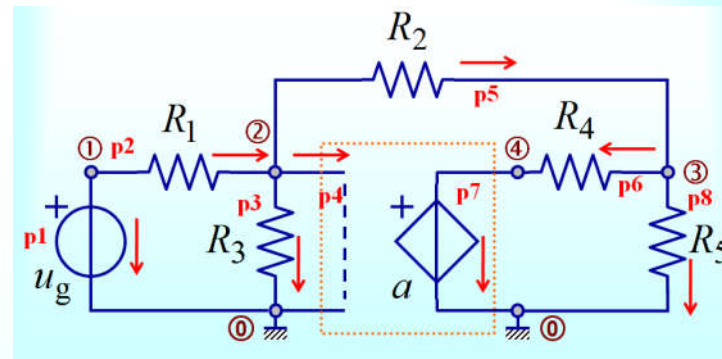
Граф електричног кола



Стабло графа ел. кола



Фундаменталне контуре



Систем једначина кола

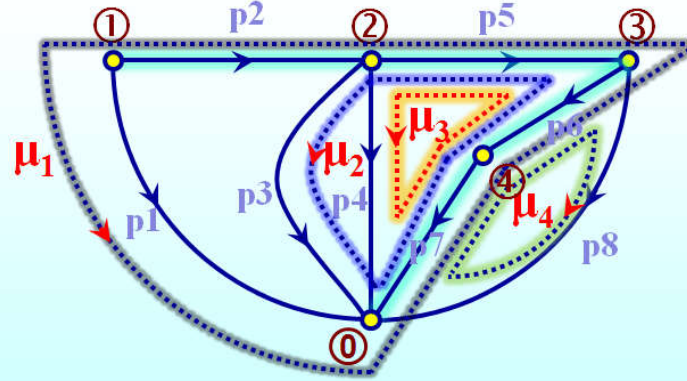
КЗС

$$(1) i_1 + i_2 = 0$$

$$(2) -i_2 + i_3 + i_4 + i_5 = 0$$

$$(3) -i_5 + i_6 + i_8 = 0$$

$$(4) -i_6 + i_7 = 0$$



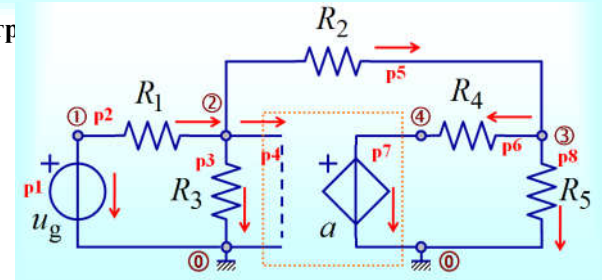
КЗН

$$(\mu_1) u_1 - u_7 - u_6 - u_5 - u_2 = 0$$

$$(\mu_2) u_3 - u_7 - u_6 - u_5 = 0$$

$$(\mu_3) u_4 - u_7 - u_6 - u_5 = 0$$

$$(\mu_4) u_8 - u_7 - u_6 = 0$$



ЈЕ

$$u_1 = u_g$$

$$u_2 = R_1 i_2$$

$$u_3 = R_3 i_3$$

$$i_4 = 0$$

$$u_5 = R_2 i_5$$

$$u_6 = R_4 i_6$$

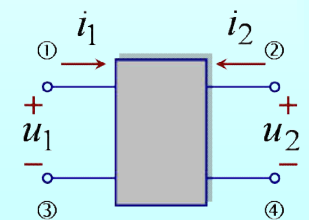
$$u_7 = a u_4$$

$$u_8 = R_5 i_8$$

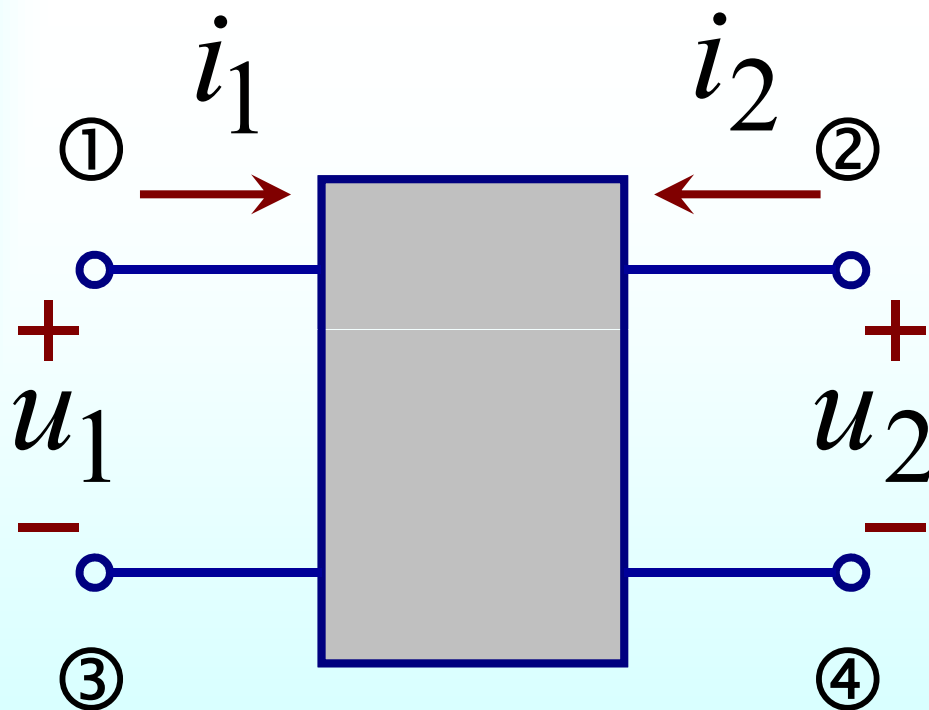
...

Четворополи

Једначине и примена

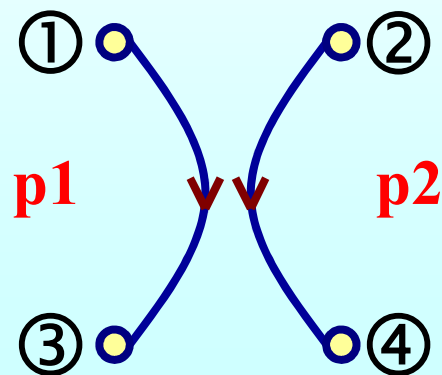


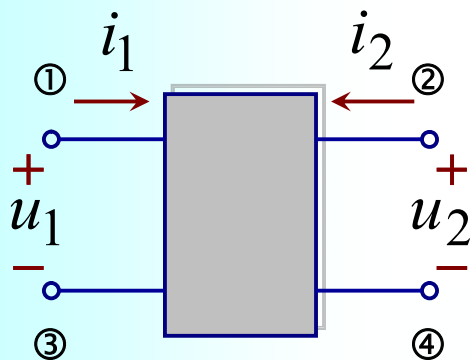
Четворополи



Четворопол или *двоприступна мрежа* је мрежа са четири краја који образују два приступа

Граф четворопола





Једначине четворопола

$$i_1 = g_{11}u_1 + g_{12}u_2$$

$$i_2 = g_{21}u_1 + g_{22}u_2$$

g-параметри

$$u_1 = a_{11}u_2 + a_{12}(-i_2)$$

$$i_1 = a_{21}u_2 + a_{22}(-i_2)$$

Погонски параметри

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

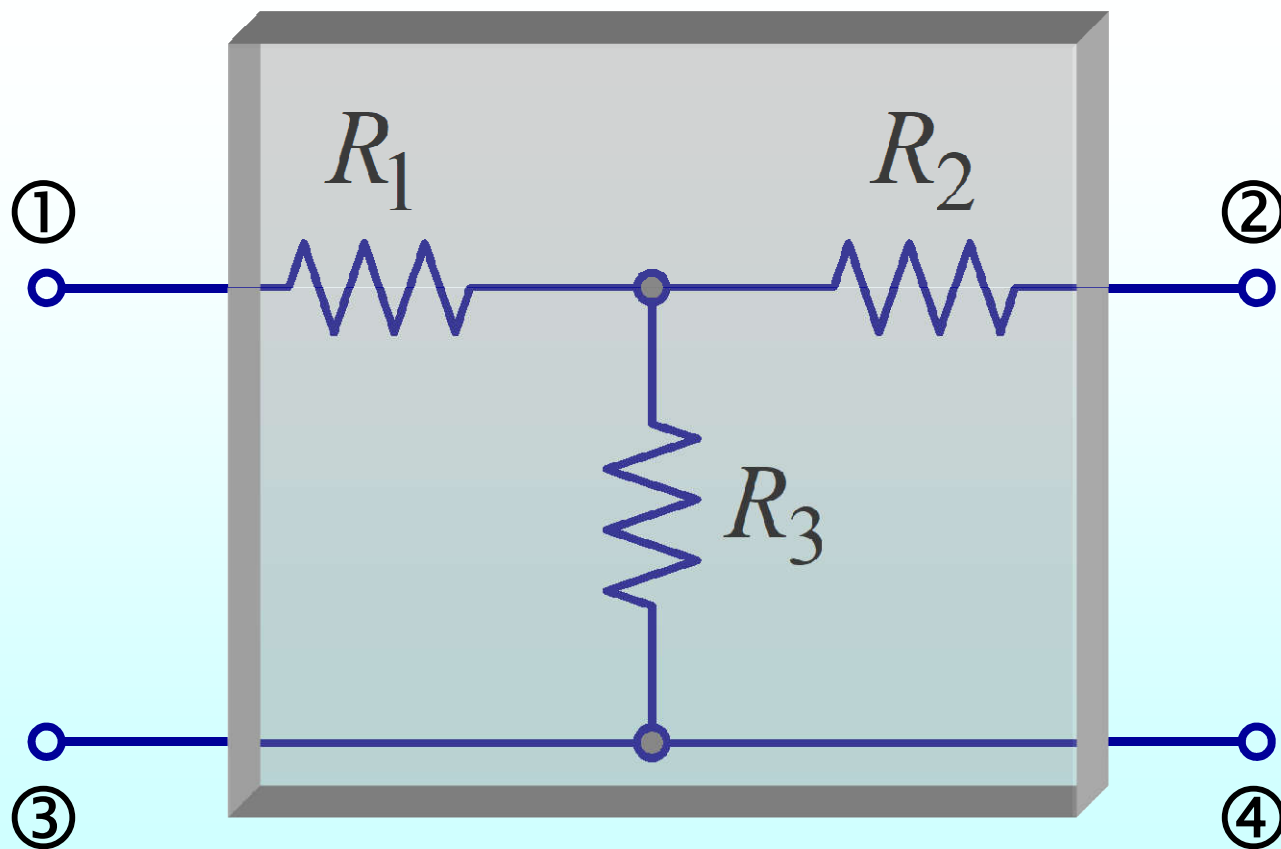
r-параметри

$$u_1 = h_{11}i_1 + h_{12}u_2$$

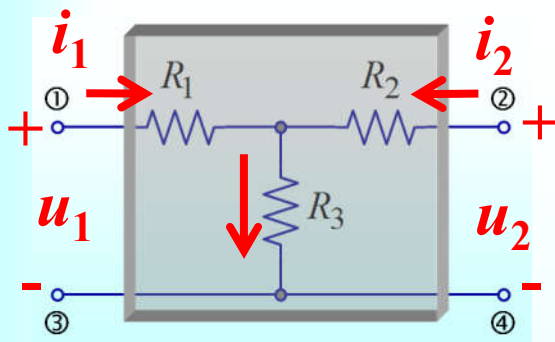
$$i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}u_2$$

Хибридни параметри

Пример четворопола: Т-мрежа



Једначине Т-мреже

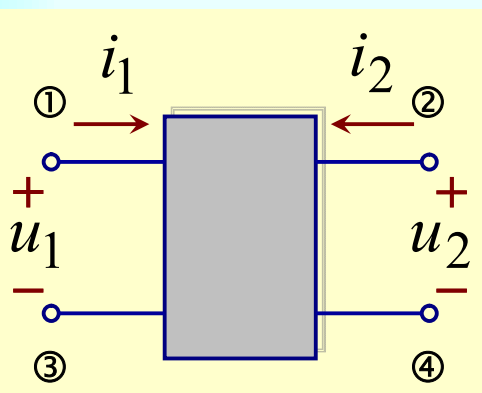


$$u_1 = R_1 i_1 + R_3 (i_1 + i_2)$$

$$u_2 = R_2 i_2 + R_3 (i_1 + i_2)$$

$$u_1 = (R_1 + R_3) i_1 + R_3 i_2$$

$$u_2 = R_3 i_1 + (R_2 + R_3) i_2$$



$$u_1 = r_{11} i_1 + r_{12} i_2$$

$$u_2 = r_{21} i_1 + r_{22} i_2$$

$$r_{11} = R_1 + R_3$$

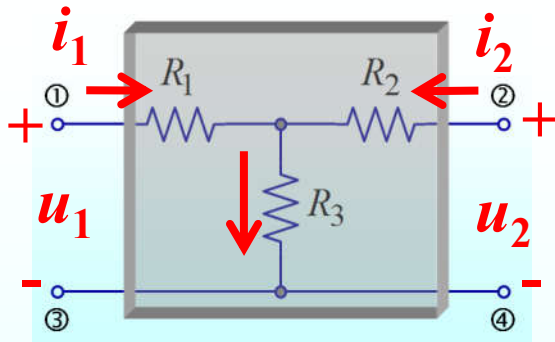
$$r_{12} = R_3$$

$$r_{21} = R_3$$

$$r_{22} = R_2 + R_3$$

Једначине r -параметара

Одређивање r -параметара Т-мреже

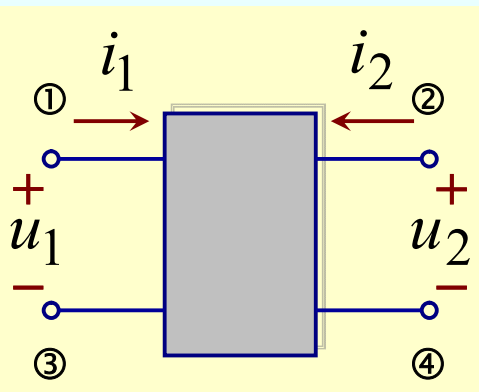


$$r_{11} = \left. \frac{u_1}{i_1} \right|_{i_2=0} = R_1 + R_3$$

$$r_{12} = \left. \frac{u_1}{i_2} \right|_{i_1=0} = R_3$$

$$r_{21} = \left. \frac{u_2}{i_1} \right|_{i_2=0} = R_3$$

$$r_{22} = \left. \frac{u_2}{i_2} \right|_{i_1=0} = R_2 + R_3$$



$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

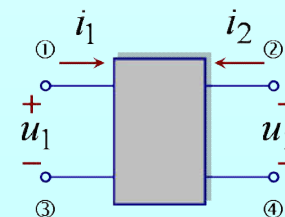
Једначине r -параметара

Једначине четворопола: g, h, a параметри

Линеарна резистивна мрежа са два приступа не садржи независне изворе.

Познати су r -параметри мреже.

- Одредити g, h, a параметре.
- Који услов треба да задовољавају r, g, h, a параметри да би мрежа била пасивна?



g-параметри

$$i_1 = g_{11}u_1 + g_{12}u_2$$

$$i_2 = g_{21}u_1 + g_{22}u_2$$

g-параметри

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

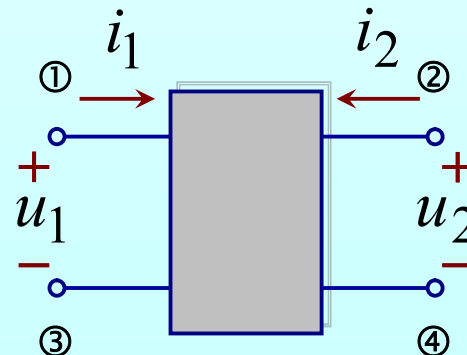
$$i = g \cdot u$$

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

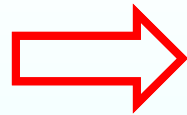
$$u = r \cdot i$$



g-параметри

$$i = g \cdot u$$

$$u = r \cdot i$$



$$g = r^{-1} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix}^{-1}$$

$$g = \frac{1}{\det(r)} \begin{bmatrix} r_{22} & -r_{21} \\ -r_{12} & r_{11} \end{bmatrix}^T = \frac{1}{\det(r)} \begin{bmatrix} r_{22} & -r_{12} \\ -r_{21} & r_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix}$$

g-параметри

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

$$i_1 = \frac{1}{r_{11}}u_1 - \frac{r_{12}}{r_{11}}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2 = r_{21}\left(\frac{1}{r_{11}}u_1 - \frac{r_{12}}{r_{11}}i_2\right) + r_{22}i_2$$

$$u_2 = \frac{r_{21}}{r_{11}}u_1 + \left(r_{22} - \frac{r_{21}r_{12}}{r_{11}}\right)i_2 = \frac{r_{21}}{r_{11}}u_1 + \frac{\det(r)}{r_{11}}i_2$$

$$i_2 = -\frac{r_{21}}{\det(r)}u_1 + \frac{r_{11}}{\det(r)}u_2$$

$$g_{21} = -\frac{r_{21}}{\det(r)}, \quad g_{22} = \frac{r_{11}}{\det(r)}$$

$$i_2 = f(u_1, u_2)$$

$$u_1 = h_{11}i_1 + h_{12}u_2$$

$$i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}u_2$$

Хибридни параметри

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

$$h = \begin{bmatrix} \frac{\det(r)}{r_{22}} & \frac{r_{12}}{r_{22}} \\ -\frac{r_{21}}{r_{22}} & \frac{1}{r_{22}} \end{bmatrix}$$

h-параметри

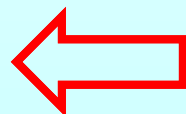
$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

$$1 \cdot u_1 - r_{12}i_2 = r_{11}i_1 + 0 \cdot u_2$$

$$0 \cdot u_1 - r_{22}i_2 = r_{21}i_1 - 1 \cdot u_2$$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} 1 & -r_{12} \\ 0 & -r_{22} \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} r_{11} & 0 \\ r_{21} & -1 \end{bmatrix}}_B \begin{bmatrix} i_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$



$$h = A^{-1}B$$

α -параметри

$$u_1 = a_{11}u_2 + a_{12}(-i_2)$$

$$i_1 = a_{21}u_2 + a_{22}(-i_2)$$

Погонски параметри

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

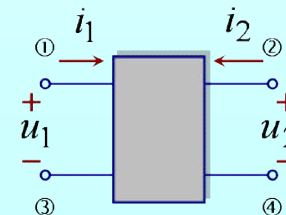
$$i_1 = \underbrace{\frac{1}{r_{21}}}_{a_{21}} u_2 + \underbrace{\frac{r_{22}}{r_{21}}}_{a_{22}} (-i_2)$$

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2 = r_{11} \left(\frac{1}{r_{21}} u_2 - \frac{r_{22}}{r_{21}} i_2 \right) + r_{12}i_2$$

$$u_1 = \underbrace{\frac{r_{11}}{r_{21}}}_{a_{11}} u_2 + \underbrace{\left(\frac{r_{11}r_{22} - r_{12}r_{21}}{r_{21}} \right)}_{a_{12} = \det(r)/r_{21}} (-i_2)$$

Пасивност четворопола

- Отпорнички четворопол је **пасиван** ако је његова улазна снага **ненегативна**
- Из услова пасивности можемо одредити везу параметара, и обрнуто, на основу познатих параметара можемо испитати да ли је четворопол пасиван
- Четворопол сачињен од отпорника је пасиван
- Четворопол је **без губитака** ако је његова улазна снага **једнака нули**



Услов пасивности преко r -параметара

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2$$

$$u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

$$p = u_1i_1 + u_2i_2$$

$$p \geq 0$$

$$p = u_1i_1 + u_2i_2 = (r_{11}i_1 + r_{12}i_2)i_1 + (r_{21}i_1 + r_{22}i_2)i_2$$

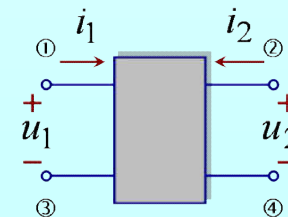
$$p = r_{11}i_1^2 + (r_{12} + r_{21})i_1i_2 + r_{22}i_2^2 = i_2^2 \left(\underbrace{r_{11}}_A \underbrace{\left(\frac{i_1}{i_2}\right)^2}_{x^2} + \underbrace{(r_{12} + r_{21})}_B \underbrace{\left(\frac{i_1}{i_2}\right)}_x + \underbrace{r_{22}}_C \right) \geq 0$$

$$A \geq 0,$$

$$B^2 - 4AC \leq 0$$

$$r_{11} \geq 0,$$

$$4r_{11}r_{22} \geq (r_{12} + r_{21})^2 \Rightarrow r_{22} \geq 0$$



Услов пасивности преко g -параметара

$$i_1 = g_{11}u_1 + g_{12}u_2$$

$$i_2 = g_{21}u_1 + g_{22}u_2$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2$$

$$p \geq 0$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 = u_1 (g_{11}u_1 + g_{12}u_2) + u_2 (g_{21}u_1 + g_{22}u_2)$$

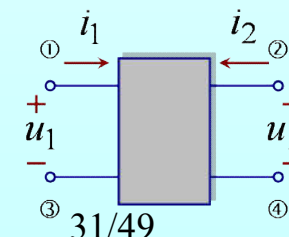
$$p = g_{11}u_1^2 + (g_{12} + g_{21})u_1u_2 + g_{22}u_2^2 = u_2^2 \left(\underbrace{g_{11}}_A \underbrace{\left(\frac{u_1}{u_2}\right)^2}_{x^2} + \underbrace{(g_{12} + g_{21})}_B \underbrace{\left(\frac{u_1}{u_2}\right)}_x + \underbrace{g_{22}}_C \right) \geq 0$$

$$A \geq 0,$$

$$B^2 - 4AC \leq 0$$

$$g_{11} \geq 0,$$

$$4g_{11}g_{22} \geq (g_{12} + g_{21})^2 \Rightarrow g_{22} \geq 0$$



Услов пасивности преко h -параметара

$$u_1 = h_{11}i_1 + h_{12}u_2$$

$$i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}u_2$$

$$p = u_1i_1 + u_2i_2$$

$$p \geq 0$$

$$p = u_1i_1 + u_2i_2 = (h_{11}i_1 + h_{12}u_2)i_1 + u_2(h_{21}i_1 + h_{22}u_2)$$

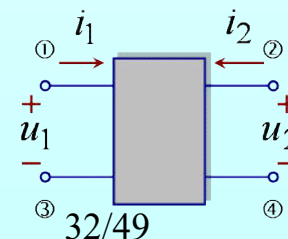
$$p = h_{11}i_1^2 + (h_{12} + h_{21})i_1u_2 + h_{22}u_2^2 = u_2^2 \left(\underbrace{h_{11}}_A \underbrace{\left(\frac{i_1}{u_2}\right)^2}_{x^2} + \underbrace{(h_{12} + h_{21})}_B \underbrace{\left(\frac{i_1}{u_2}\right)}_x + \underbrace{h_{22}}_C \right) \geq 0$$

$$A \geq 0,$$

$$B^2 - 4AC \leq 0$$

$$h_{11} \geq 0,$$

$$4h_{11}h_{22} \geq (h_{12} + h_{21})^2 \Rightarrow h_{22} \geq 0$$



Услов пасивности преко α -параметара

$$u_1 = a_{11}u_2 + a_{12}(-i_2)$$

$$i_1 = a_{21}u_2 + a_{22}(-i_2)$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2$$

$$p \geq 0$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 = (a_{11}u_2 + a_{12}(-i_2))(a_{21}u_2 + a_{22}(-i_2)) + u_2 i_2$$

$$p = a_{11}a_{21}u_2^2 + (1 - a_{12}a_{21} - a_{11}a_{22})u_2 i_2 + a_{12}a_{22}i_2^2$$

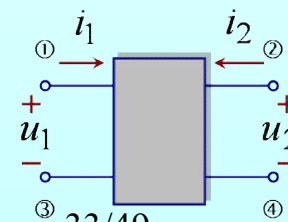
$$p = i_2^2 \left(\underbrace{a_{11}a_{21}}_A \underbrace{\left(\frac{u_2}{i_2}\right)^2}_{x^2} + \underbrace{(1 - a_{12}a_{21} - a_{11}a_{22})}_B \underbrace{\left(\frac{u_2}{i_2}\right)}_x + \underbrace{a_{12}a_{22}}_C \right) \geq 0$$

$$A \geq 0,$$

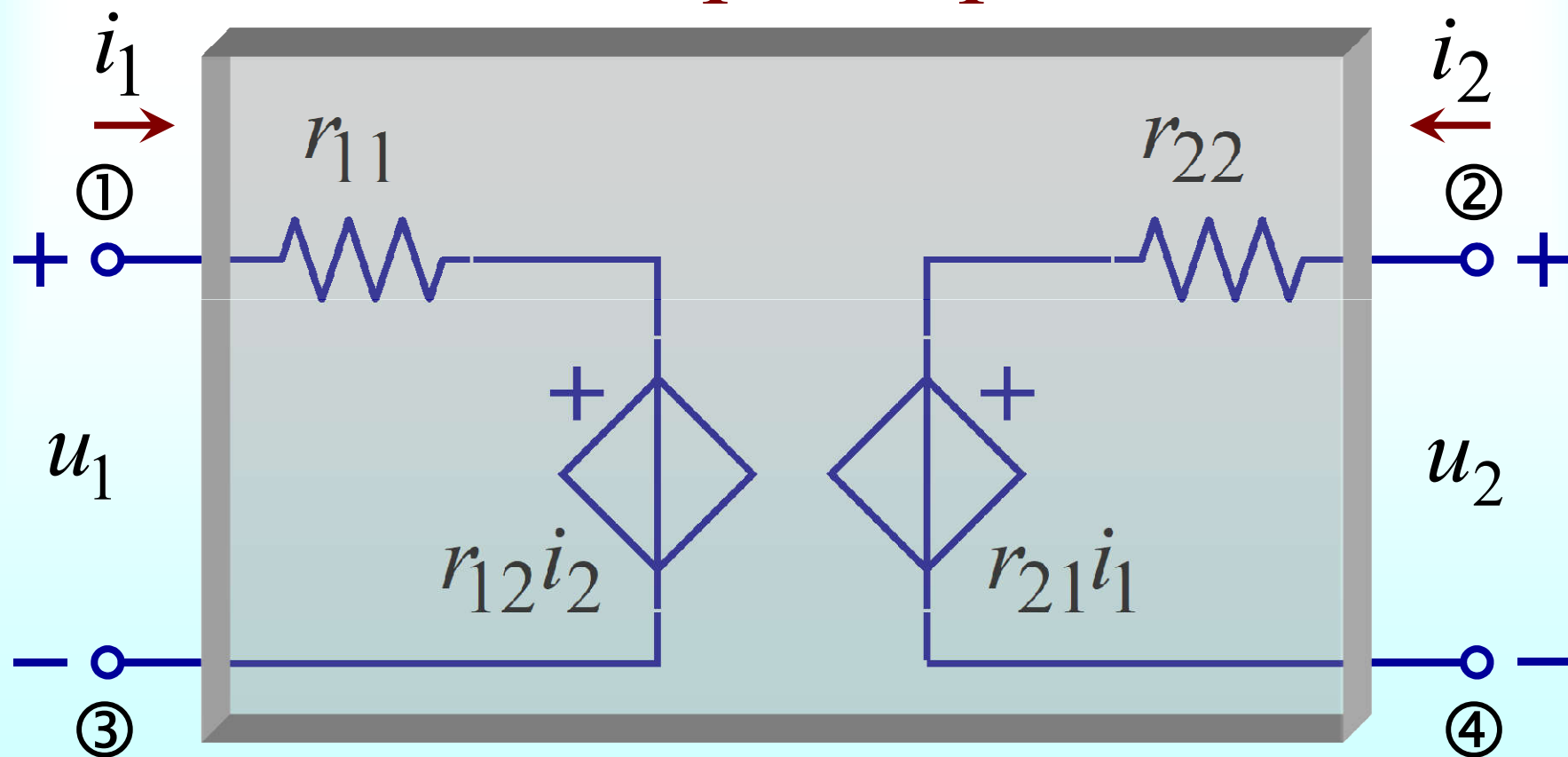
$$B^2 - 4AC \leq 0$$

$$a_{11}a_{21} \geq 0,$$

$$4a_{11}a_{12}a_{21}a_{22} \geq (1 - a_{12}a_{21} - a_{11}a_{22})^2 \Rightarrow a_{12}a_{22} \geq 0$$



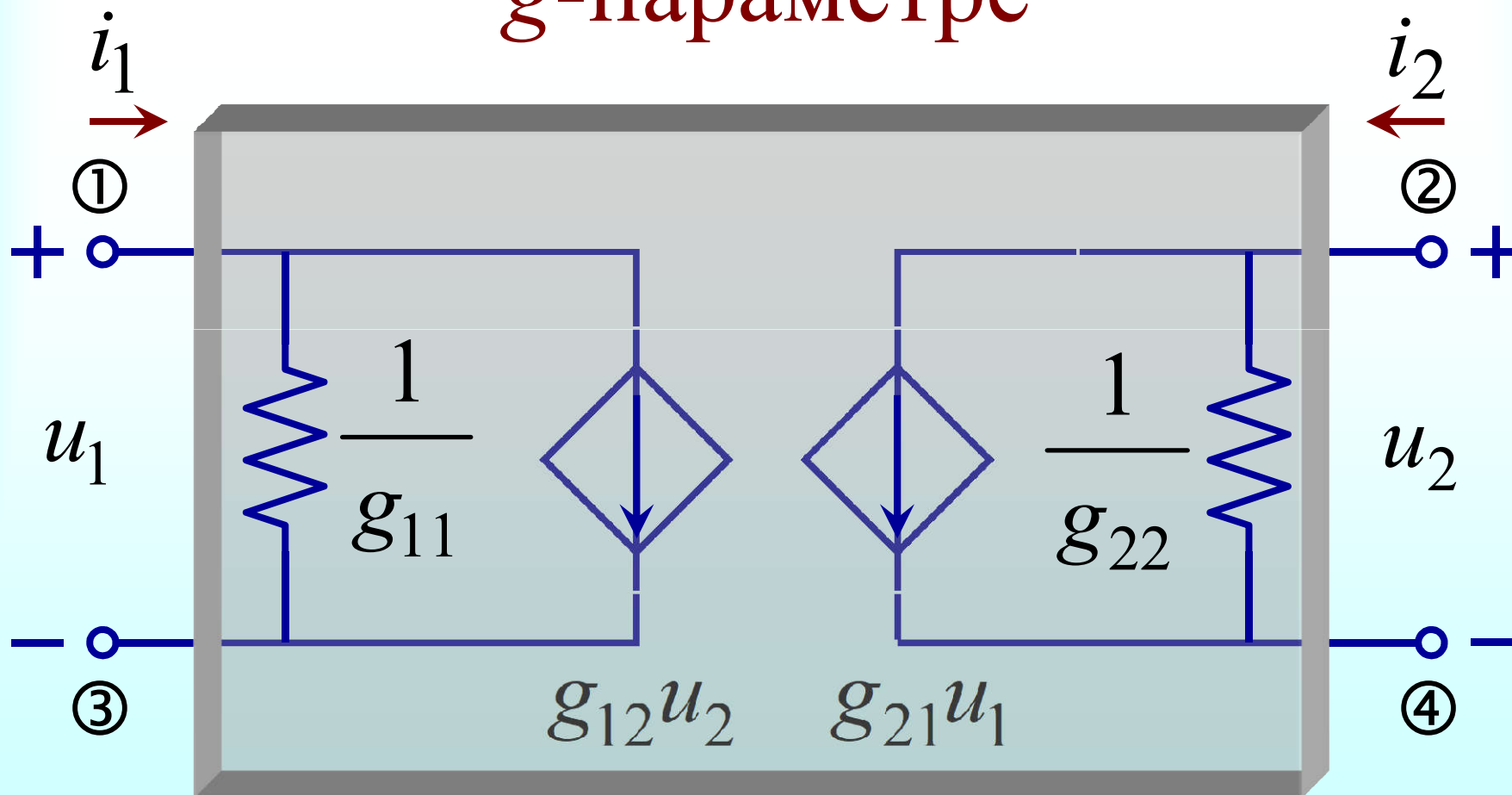
Представљање четворопола за r -параметре



Четворопол познатих параметара можемо у општем случају представити и преко зависних струјних извора.

$$u_1 = r_{11}i_1 + r_{12}i_2, \quad u_2 = r_{21}i_1 + r_{22}i_2$$

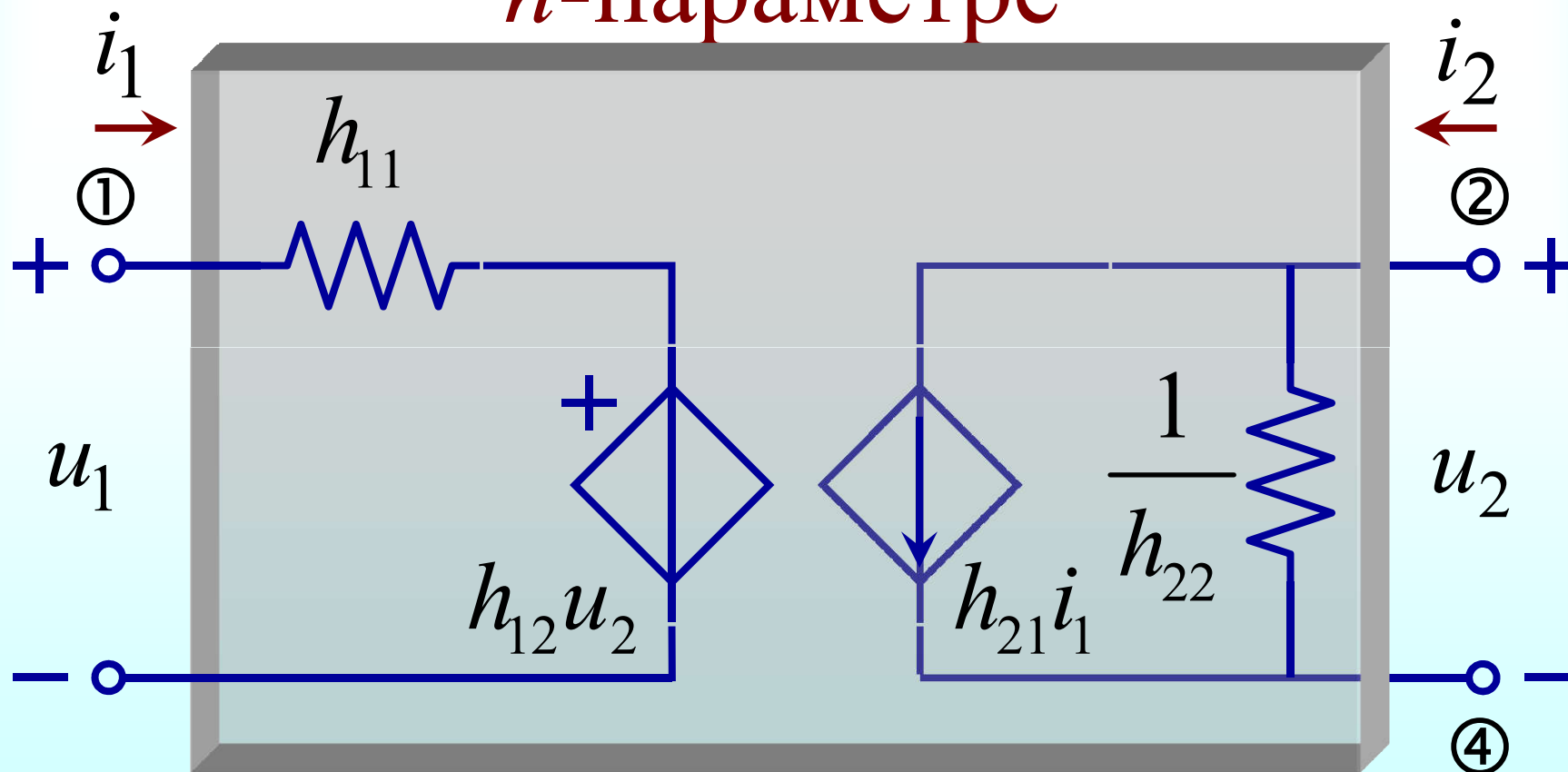
Представљање четворопола за g -параметре



Четворопол познатих параметара можемо у општем случају представити и преко зависних струјних извора.

$$i_1 = g_{11}u_1 + g_{12}u_2, \quad i_2 = g_{21}u_1 + g_{22}u_2$$

Представљање четворопола за h -параметре



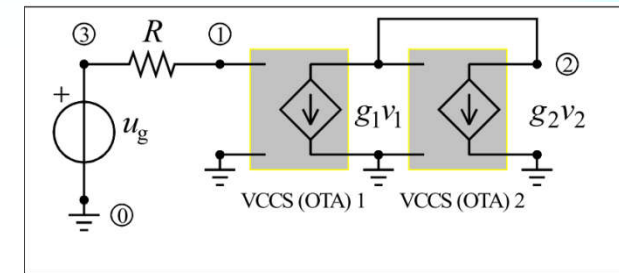
Четворопол познатих параметара можемо у општем случају представити и преко зависних струјних извора.

$$u_1 = h_{11}i_1 + h_{12}u_2, \quad i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}u_2$$

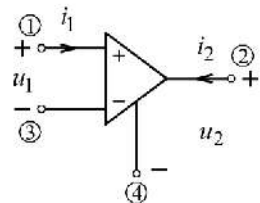
Питања

(6) Колико је појачање, $A = \frac{v_2}{u_g}$, ОТА појачавача познатих параметара?

$$A = \frac{-g_1}{g_2}$$



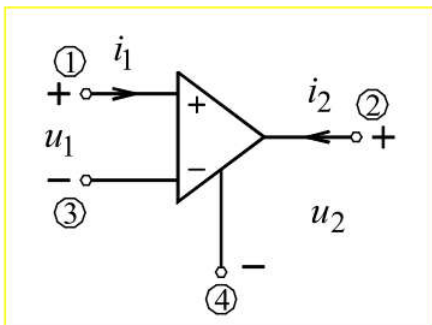
(4) Једначине операционог појачавача (карактеристике елемента, конститутивне једначине, дефиниционе једначине) су



- (a) $i_1 = 0, i_2 = 0,$
- (б) $i_1 = 0, u_1 = 0,$
- (в) $i_1 = 0, u_2 = 0,$
- (г) $u_1 = 0, i_2 = 0,$
- (д) $u_1 = 0, u_2 = 0,$
- (h) $u_2 = 0, i_2 = 0 ?$

(5) Шта је четворопол? Којим једначинама (параметрима) се он описује? Нацртати шематску претставу (графички симбол) четворопола, обележити крајеве, приступе, смерове напона и струја приступа, и напоне и струје приступа.

(4) Једначине операционог појачавача (карактеристике елемента, конститутивне једначине, дефиниционе једначине) су



- (a) $i_1 = 0, i_2 = 0,$
- (б) $i_1 = 0, u_1 = 0,$**
- (в) $i_1 = 0, u_2 = 0,$
- (г) $u_1 = 0, i_2 = 0,$
- (д) $u_1 = 0, u_2 = 0,$
- (ђ) $u_2 = 0, i_2 = 0 ?$

(5) Идеалан операциони појачавач је активан електрични елемент?

а) Не

б) Да

Услов пасивности:

$$u_1 = 0$$

$$i_1 = 0$$



$$u_1 = \overbrace{a_{11}}^0 u_2 + \overbrace{a_{12}}^0 (-i_2)$$

$$i_1 = \underbrace{a_{21}}_0 u_2 + \underbrace{a_{22}}_0 (-i_2)$$



$$a_{11} a_{21} \geq 0,$$

$$a_{12} a_{22} \geq 0$$

$$4a_{11} a_{12} a_{21} a_{22} \geq (1 - a_{12} a_{21} - a_{11} a_{22})^2 \perp$$

<p>(5) Напонски извор управљан напонам (идеалан напонски појачавач, VCVS, Voltage Controlled Voltage Source) је активан електрични елемент?</p>	<p>а) Не</p> <p>б) Да</p>
--	----------------------------------

Услов пасивности:

$$\begin{array}{l}
 u_1 = \frac{u_2}{a} \\
 i_1 = 0
 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{l}
 u_1 = \underbrace{\frac{1}{a}}_{a_{11}} u_2 + \underbrace{0}_{a_{12}} (-i_2) \\
 i_1 = \underbrace{0}_{a_{21}} u_2 + \underbrace{0}_{a_{22}} (-i_2)
 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{l}
 a_{11} a_{21} \geq 0, \checkmark \\
 a_{12} a_{22} \geq 0 \checkmark \\
 4a_{11} a_{12} a_{21} a_{22} \geq (1 - a_{12} a_{21} - a_{11} a_{22})^2 \perp
 \end{array}$$

(5) Како су дефинисани погонски параметри (a -параметри, $ABCD$ -параметри) резистивног четворопола? Нацртати потребну шему са ознакама и смеровима и написати одговарајуће једначине.

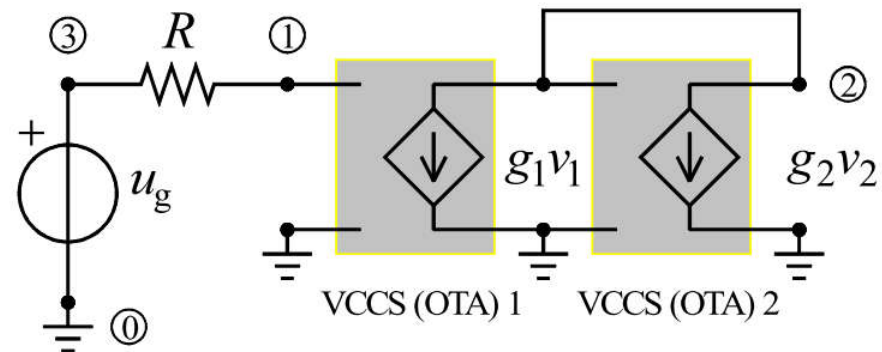
Погледати предавање!

(5) Шта је четворопол? Којим једначинама (параметрима) се он описује? Нацртати шематску претставу (графички симбол) четворопола, обележити крајеве, приступе, смерове напона и струја приступа, и напоне и струје приступа.

Погледати предавање!

(6) Колико је појачање, $A = \frac{v_2}{u_g}$, ОТА појачавача познатих параметара?

$$A = \frac{-g_1}{g_2}$$



$$v_1 = v_3 = u_g$$

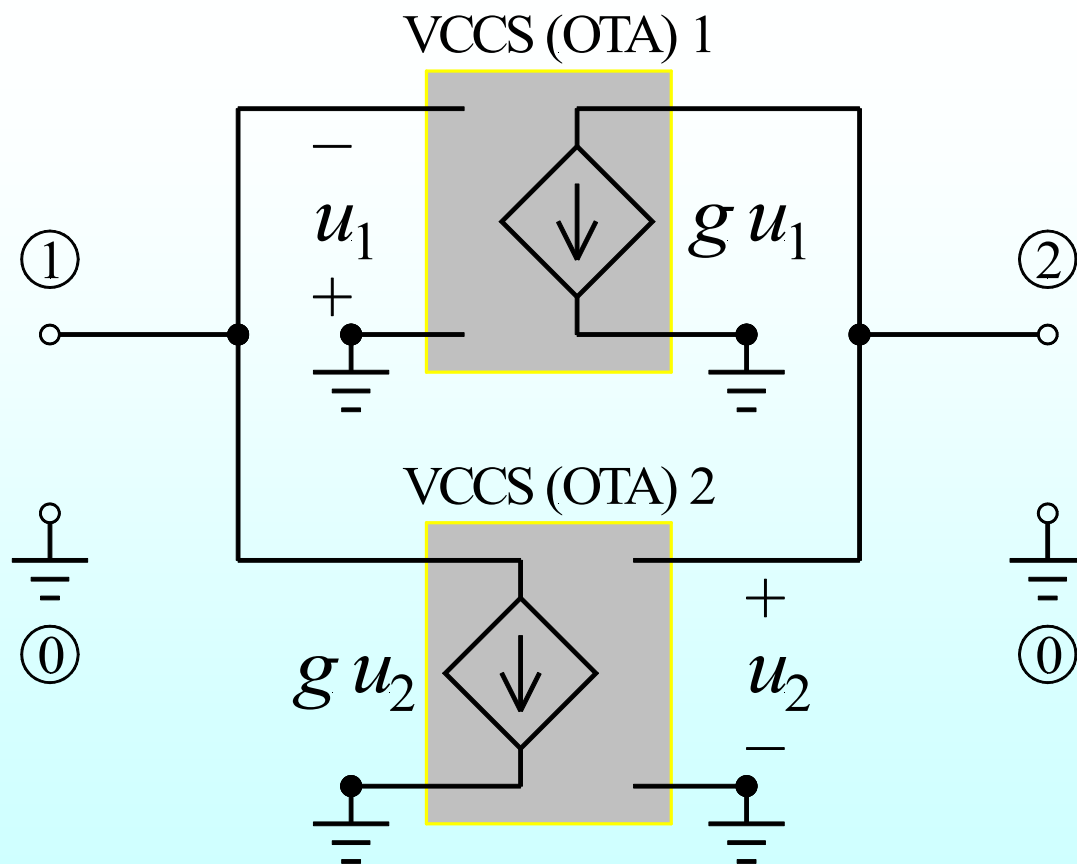
$$g_1 v_1 + g_2 v_2 = 0 \Rightarrow v_2 = -\frac{g_1}{g_2} v_1 \Rightarrow A = \frac{v_2}{u_g} = -\frac{g_1}{g_2}$$

Задаци

ОТА жиратор, Риорданов жиратор,

...

ОТА жиратор

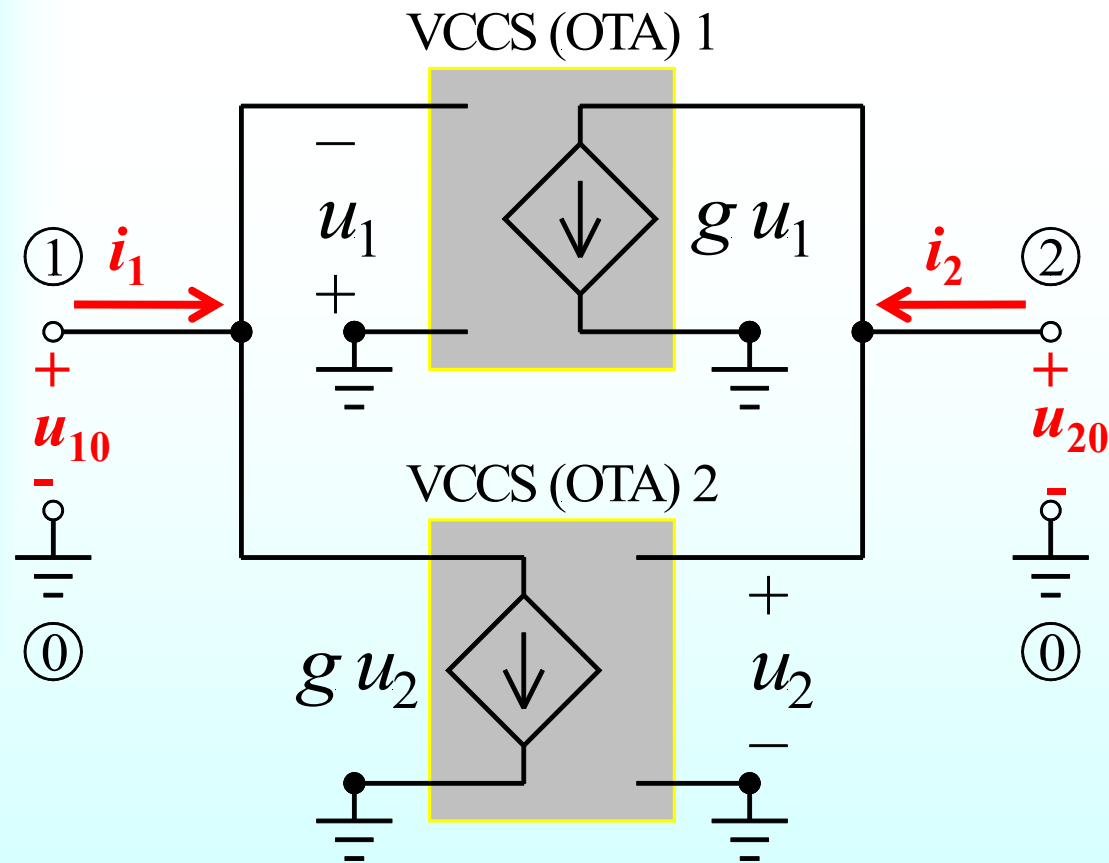


ОТА жиратор

Вредности елемената (параметри) мреже са слике су познати. Мрежа има два приступа (порта): први приступ чине крајеви ① и ③, а други приступ чине крајеви ② и ④.

- (а) Одредити g -параметре мреже.
- (б) Испитати да ли је мрежа пасивна.
- (в) Испитати да ли је мрежа без губитака.

ОТА жиратор



$$i_1 = g_{11}u_{10} + g_{12}u_{20}$$

$$i_2 = g_{21}u_{10} + g_{22}u_{20}$$

g-параметри

$$i_2 = g u_1 = g(-u_{10}) \Rightarrow i_2 = \underbrace{-g}_{g_{21}} \cdot u_{10} + \underbrace{(0)}_{g_{22}} \cdot u_{20}$$

$$i_1 = g u_2 = g u_{20} \Rightarrow i_1 = \underbrace{0}_{g_{11}} \cdot u_{10} + \underbrace{g}_{g_{12}} \cdot u_{20}$$

ОТА жиратор

$$i_1 = \underbrace{0}_{g_{11}} \cdot u_{10} + \underbrace{g}_{g_{12}} \cdot u_{20}$$

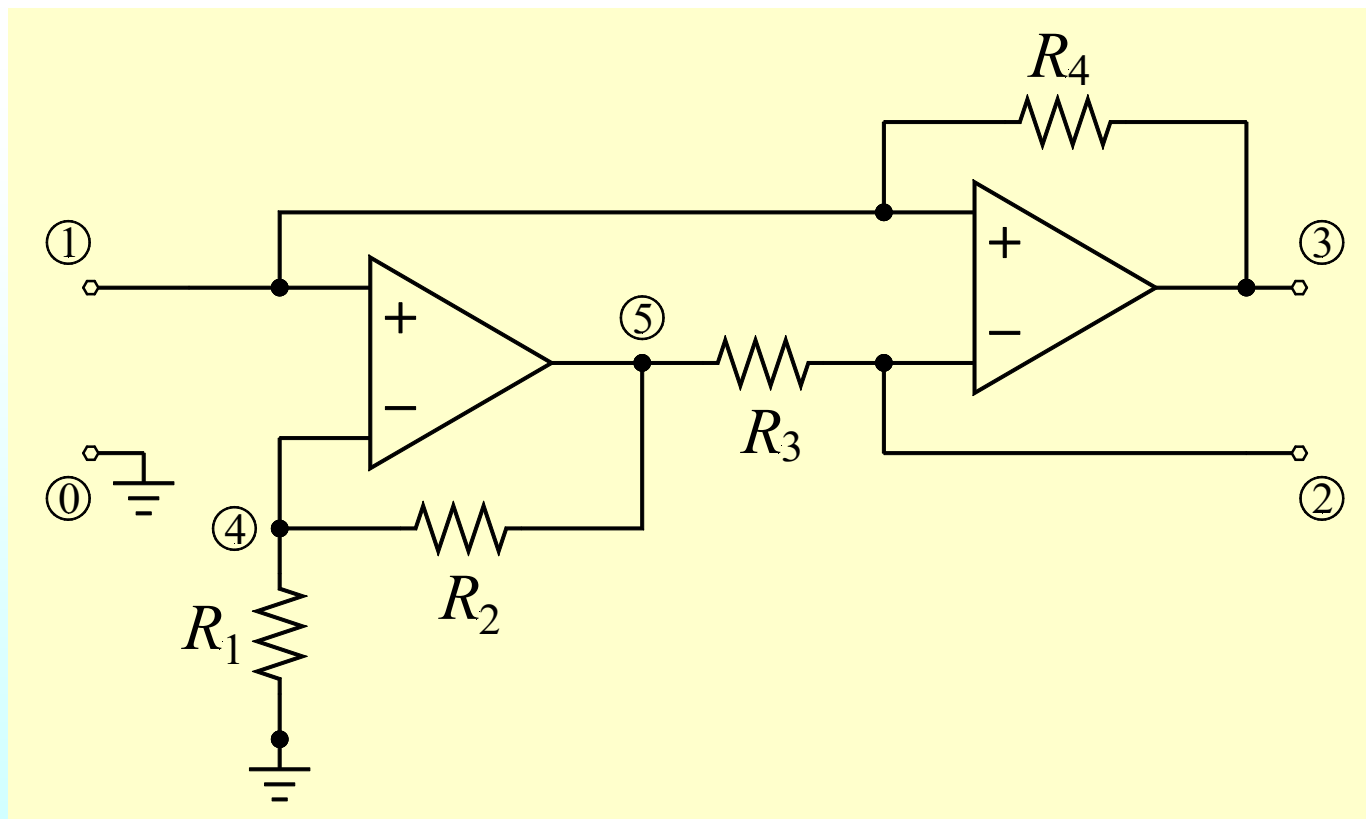
$$i_2 = \underbrace{-g}_{g_{21}} \cdot u_{10} + \underbrace{(0)}_{g_{22}} \cdot u_{20}$$

$$p = u_{10}i_1 + u_{20}i_2 \quad p \geq 0 \quad ?$$

$$p = u_{10}i_1 + u_{20}i_2 = u_{10}(gu_{10}) + u_{20}(-gu_{10}) = 0$$

пасивна мрежа и без губитака

Риорданов жиратор



Задатак

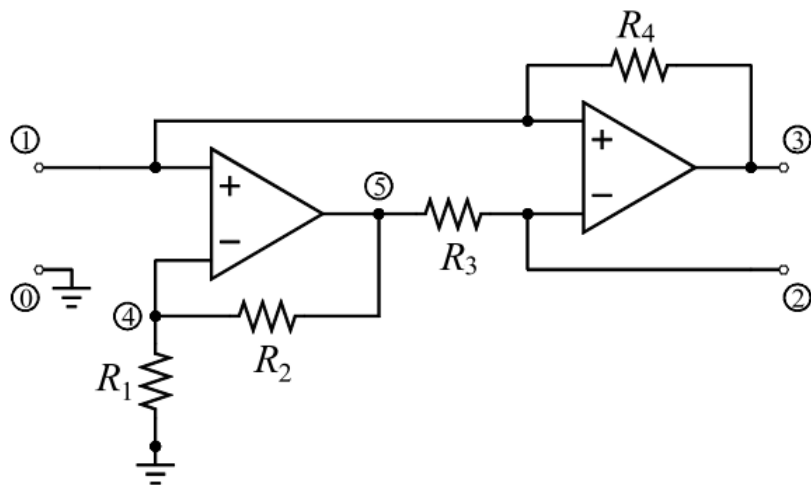
Задатак 1

Отпорности отпорника електричне мреже са слике су R . Мрежа има два приступа (порта): први приступ чине крајеви ① и ④, а други приступ чине крајеви ② и ③.

(5) Одредити отпорничке параметре (r -параметре) мреже.

(5) Испитати да ли је мрежа пасивна.

(5) Испитати да ли је мрежа без губитака.



Отпорнички параметри (r -параметри) су

Да ли је мрежа пасивна? Образложити.

Да ли је мрежа без губитака? Образложити.

Риорданов жиратор

$$V_1 = u_1$$

$$V_1 = V_4$$

$$i_{R_1} = \frac{V_4}{R_1} = \frac{u_1}{R_1}$$

$$i_{R_2} = i_{R_1}$$

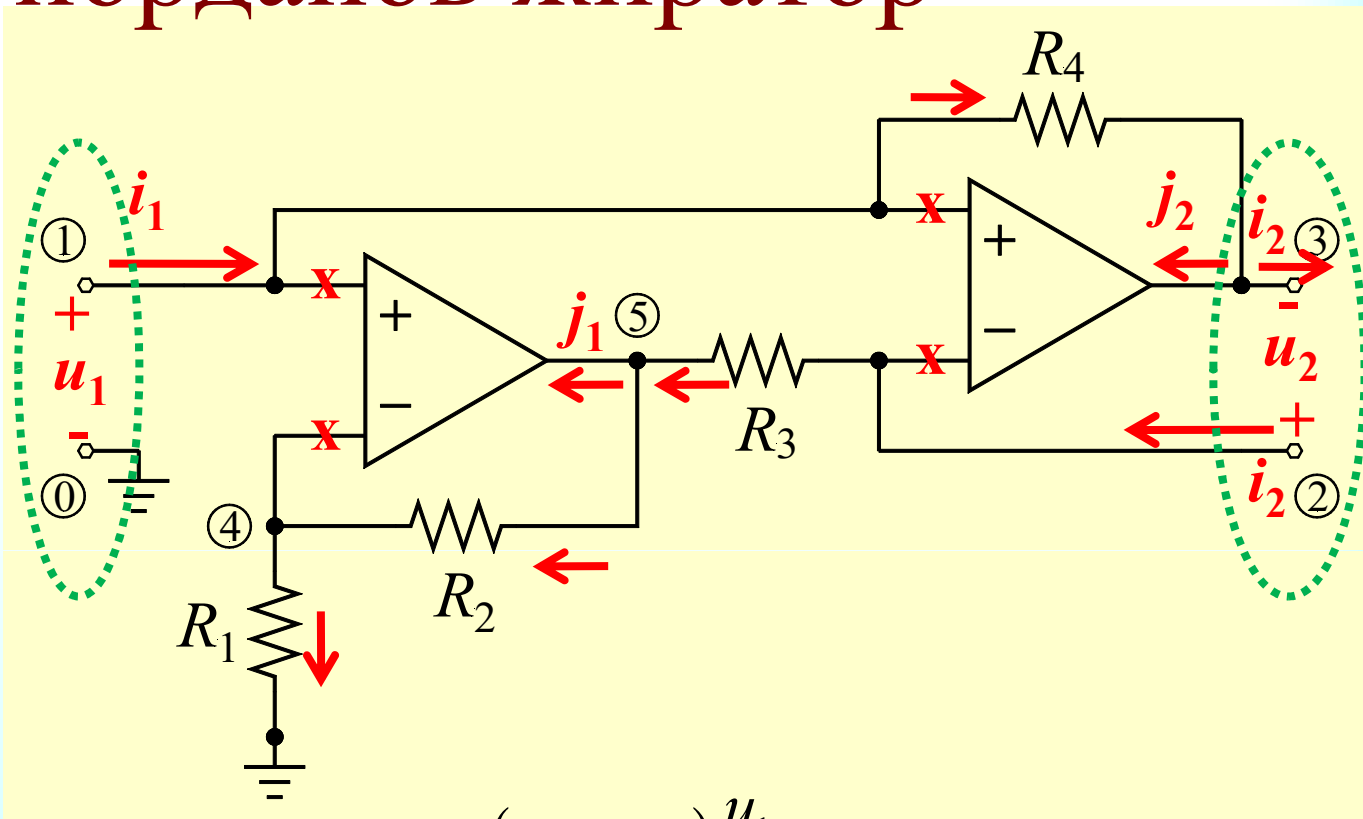
$$V_5 = (R_1 + R_2) \frac{u_1}{R_1}$$

$$V_1 = V_2$$

$$i_{R_3} = i_2 = \frac{V_2 - V_5}{R_3}$$

$$u_2 = V_2 - V_3$$

$$u_2 = R_4 i_1$$



$$i_2 = \frac{V_2 - V_5}{R_3} = \frac{u_1 - (R_1 + R_2) \frac{u_1}{R_1}}{R_3} = \frac{-R_2}{R_1 R_3} u_1$$

$$i_2 = \frac{-1}{R} u_1 \Rightarrow$$

$$u_1 = \underbrace{0}_{r_{11}} \cdot i_1 + \underbrace{(-R)}_{r_{12}} \cdot i_2$$

$$u_2 = \underbrace{R}_{r_{21}} \cdot i_1 + \underbrace{0}_{r_{22}} \cdot i_2$$

Риорданов жиратор

$$u_1 = \underbrace{0}_{r_{11}} \cdot i_1 + \underbrace{(-R)}_{r_{12}} \cdot i_2 \quad u_2 = \underbrace{R}_{r_{21}} \cdot i_1 + \underbrace{0}_{r_{22}} \cdot i_2$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 \quad p \geq 0 \quad ?$$

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 = (-R) i_2 i_1 + R i_1 i_2 = 0$$