**ЧОТИРИПОЛЮСНИКИ**

Прикладом чотириполюсника є підсилювач, і будь-який прилад зі входом та виходом, призначений для передачі й переробки сигналів. Окремі функціональні блоки в радіотехнічних чи електронних схемах теж є чотириполюсниками.

Сигнал, що подається на вхід чотириполюсника можна охарактеризувати вхідним струмом $I\_{1}$ {\displaystyle I\_{1}} і напругою $V\_{1}$ {\displaystyle I\_{1}}  {\displaystyle V\_{1}}, а сигнал на виході характеризується вихідними струмом $I\_{2}${\displaystyle I\_{2}} напругою $V\_{2}$ {\displaystyle V\_{2}}.



[Чотириполюсники](http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/mod/resource/view.php?r=3198) класифікують за різними ознаками:

- лінійні та нелінійні;

- за схемою внутрішніх з’єднань;

- активні та пасивні;

- автономні та неавтономні (неавтономний, якщо при відключенні від схеми [напруга](http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/mod/glossary/showentry.php?courseid=119&concept=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0+%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0+%5BU%5D) на виводах схеми відсутня);

- симетричні та несиметричні (чотириполюсник буде симетричним, якщо зміна місць входу та виходу не змінює струмів та напруг у колі, з яким він з’єднаний);

- оборотні та необоротні (якщо виконується [принцип взаємності](http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/mod/glossary/showentry.php?courseid=119&concept=%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF+%D0%B2%D0%B7%D0%B0%D1%94%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96+%28%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%29), то оборотні, якщо ні - необоротні).

Ділянка кола, що має два вхідних і два вихідних полюси (тобто затискачі), називається ***чотириполюсником.***

Чотириполюсники бувають активними (з джерелами ЕРС у середині) і пасивними. У схемі пасивного чотириполюсника можуть бути ЕРС, але вони повинні взаємно компенсуватися.

До активних чотириполюсників належать різні підсилювачі, мостові схеми, що вміщують джерела енергії. До пасивних чотириполюсників належать трансформатори, лінії електропередач, фільтри, тощо.

На схемі заміщення, чотириполюсник позначається прямокутником. Активний чотириполюсник позначається літерою $А$, пасивний П.

Чотириполюсник може бути ***симетричним***, коли при зміні вхідних полюсів вихідними режим роботи зовнішніх кіл не змінюється. В інших випадках чотириполюсник є ***несиметричним***.

Давайте розглянемо тепер пасивний чотириполюсник, в якому розрізняють вхідні і вихідні опори:

$$\dot{I}\_{1}$$

$$\dot{I}\_{2}$$

$$\overline{Z}\_{н}$$

$$\dot{U}\_{2}$$

$Z\_{вх}=\frac{\dot{U}\_{1}}{\dot{I}\_{1}}$, $Z\_{вих}=\frac{\dot{U}\_{2}}{\dot{I}\_{2}}$,

де $Z\_{вх}$ - вхідний опір;

 $Z\_{вих}$ - вихідний опір чотириполюсника.

Тоді взаємні опори визначаються так:

$\overline{Z}\_{21}=\frac{\dot{U}\_{2}}{\dot{I}\_{1}}$, $\overline{Z}\_{12}=\frac{\dot{U}\_{1}}{\dot{I}\_{2}}$,

Якщо взаємні опори рівні, пасивні чотириполюсники усі оборотні.

Будь-який пасивний чотириполюсник може відповідати схемам заміщення, тобто це і Т і П та Г подібний. Можна довести, що у кожній із наведених схем між напругою та струмом приймача ($\dot{U}\_{2}, \dot{I}\_{2}$) та напругою і струмом джерела ($\dot{U}\_{1}, \dot{I}\_{1}$) існує лінійна залежність.

$$\overline{Z}\_{0}$$

$$\overline{Z}\_{1}$$

$$\overline{Z}\_{2}$$

$$\dot{I}\_{1}$$

$$\dot{I}\_{2}$$

$$\dot{I}\_{0}$$

$$\dot{U}\_{1}$$

$$\dot{U}\_{2}$$

$$\overline{Z}\_{0}$$

$$\overline{Z}\_{1}$$

$$\overline{Z}\_{2}$$

$$\dot{I}\_{1}$$

$$\dot{I}\_{2}$$

$$\dot{U}\_{1}$$

$$\dot{U}\_{2}$$

$$\overline{Z}\_{1}$$

$$\overline{Z}\_{2}$$

$$\overline{Z}\_{0}$$

$$\dot{I}\_{1}$$

$$\dot{I}\_{2}$$

$$\dot{I}\_{1}$$

$$\dot{U}\_{1}$$

$$\dot{U}\_{2}$$

Якщо розглянути Т подібну схему, то за першим законом Кірхгофа

$$\dot{I}\_{1}=\dot{I}\_{0}+\dot{I}\_{2}$$

а враховуючи $\dot{I}\_{0}$, що дорівнює $\dot{I}\_{0}=(\dot{U}\_{2}+\dot{I}\_{2}\overline{Z}\_{2})\frac{1}{\overline{Z}\_{0}}$, можна дістати таку залежність:

$\dot{I}\_{1}=\frac{1}{\overline{Z}\_{0}}\dot{U}\_{2}+\left(1+\frac{\overline{Z}\_{2}}{\overline{Z}\_{0}}\right)\dot{I}\_{2}$.

Напруга на вході чотириполюсника, за рівнянням другого закону Кірхгофа

$\dot{U}\_{1}=\dot{U}\_{2}+\dot{I}\_{2}\overline{Z}\_{2}+\dot{I}\_{1}\overline{Z}\_{1}$.

Якщо врахувати залежність для струму $\dot{I}\_{1}$, то можна дістати:

$\dot{U}\_{1}=\dot{U}\_{2}+\dot{I}\_{2}\overline{Z}\_{2}\frac{\overline{Z}\_{1}}{\overline{Z}\_{0}}\dot{U}\_{2}+\left(\overline{Z}\_{1}+\frac{\overline{Z}\_{1}\overline{Z}\_{2}}{\overline{Z}\_{0}}\right)\dot{I}\_{2}$;

$\dot{U}\_{1}=\dot{\left(1+\frac{\overline{Z}\_{1}}{\overline{Z}\_{0}}\right)\dot{U}}\_{2}+\left(\overline{Z}\_{1}+\overline{Z}\_{2}+\frac{\overline{Z}\_{1}\overline{Z}\_{2}}{\overline{Z}\_{0}}\right)\dot{I}\_{2}$.

Отже, вхідні і вихідні величини зв’язані ***лінійно в основних рівняннях чотириполюсника***:

$\left\{\begin{array}{c}\dot{U}\_{1}=\overline{A}\dot{U}\_{2}+\overline{B}\dot{I}\_{2}\\\dot{I}\_{1}=\overline{C}\dot{U}\_{2}+\overline{D}\dot{I}\_{2}\end{array}\right.$,

де $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$ – коефіцієнти чотириполюсника, що визначаються таким чином:

|  |  |
| --- | --- |
|  $\overline{A}=1+\frac{\overline{Z}\_{1}}{\overline{Z}\_{0}}$ | $\overline{C}=\frac{1}{\overline{Z}\_{0}}$*,* |
| $ \overline{B}=\overline{Z}\_{1}+\overline{Z}\_{2}+\frac{\overline{Z}\_{1}\overline{Z}\_{2}}{\overline{Z}\_{0}}$*,* | $\overline{D}=1+\frac{\overline{Z}\_{2}}{\overline{Z}\_{0}}$*.* |

Тоді співвідношення коефіцієнтів буде таким:

$\overline{A}\overline{D}-\overline{BC}=1$.

Коефіцієнти чотириполюсника можна визначити експериментально за дослідами холостого ходу та короткого замикання. Тобто, при дослідах холостого ходу $\dot{I}\_{2}=0$, $\dot{U}\_{2}=\dot{U}\_{2х}$. У цьому випадку рівняння чотириполюсника буде мати вигляд:

$\dot{U}\_{1}=\overline{A}\dot{U}\_{2х}$,

$\dot{I}\_{1}=\overline{C}\dot{U}\_{2х}$.

А при короткому замиканні $\dot{U}\_{2}=0$, а $\dot{I}\_{2}=I\_{2к}$, тоді рівняння буде таким:

$\dot{U}\_{1}=\overline{B}\dot{I}\_{2к}$,

$\dot{I}\_{1}=\overline{D}\dot{I}\_{2к}$.

Коефіцієнти чотириполюсника:

 $\overline{A}=\frac{\dot{U}\_{1}}{\dot{U}\_{2х}}$ *– величина, обернена коефіцієнту підсилення за напругою;*

$\overline{B}=\frac{\dot{I}\_{1}}{I\_{2к}}$ *– величина, обернена коефіцієнту підсилення за струмом;*

$\overline{C}=\frac{\dot{U}\_{1}}{\dot{I}\_{2к}}$ *– передаточний опір при замкнених вихідних затискачах;*

$\overline{D}=\frac{\dot{I}\_{1}}{\dot{U}\_{2х}}$ *– передаточна провідність при розімкнених вихідних затискачах.*