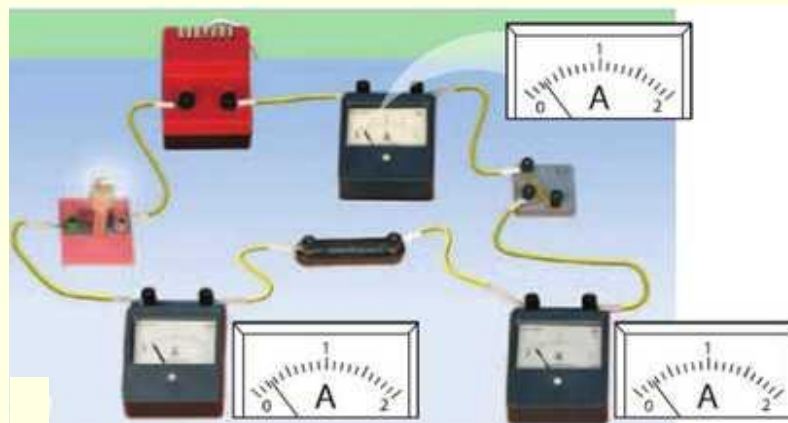




ЛЕКЦІЯ 1

КОМПОНЕНТИ ЕЛЕКТРОННИХ КІЛ

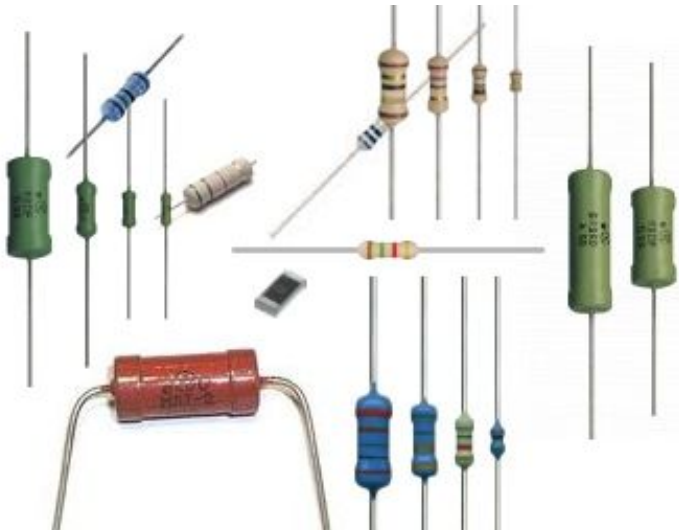


1. КЛАСИФІКАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ

Компоненти електронних кіл – це неподільні конструктивні вироби, які з точки зору застосування та експлуатації представляють собою одне ціле і призначені для виконання в електронних пристроях певних функцій.

З енергетичної точки зору, тобто залежно від здатності віддавати чи споживати електричну енергію, компоненти поділяють на два класи: **пасивні і активні.**

- **Пасивні** – це такі компоненти, які споживають електричну енергію і перетворюють її в інші види енергії (наприклад, у теплову енергію) або нагромаджують її (не витрачаючи) у вигляді енергії електричного чи магнітного поля. До пасивних компонентів належать резистори, конденсатори, котушки індуктивності, діоди, електромагнітні трансформатори тощо.



- **Активні** – це такі компоненти, які здатні як завгодно довго віддавати електричну енергію під'єднаним до них споживачам. Вони перетворюють хімічну, теплову, механічну світлову та інші види енергії в електричну. До активних компонентів належать акумулятори, сонячні батареї, генератори електричних сигналів тощо.



- Активні компоненти поділяють на дві групи: **некеровані (автономні) та керовані (неавтономні)**.
- **Некеровані** – такі активні компоненти, які практично не залежать ні від яких зовнішніх впливів і діють самостійно.



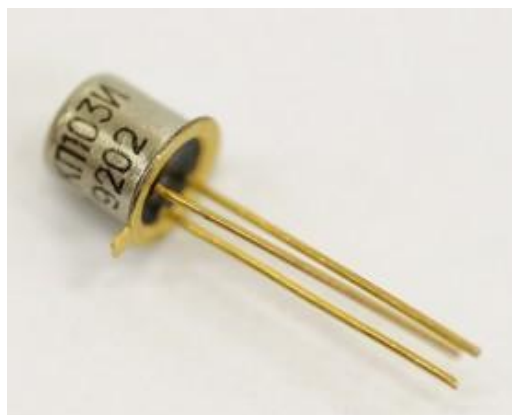
- **Керовані** – такі активні компоненти, які підлягають впливові керуючих струмів чи напруг, що діють у даному колі і можуть під їх впливом проявляти чи змінювати активні властивості, тобто здатність віддавати енергію. Сюди належать різноманітні підсилювальні компоненти: транзистори, операційні підсилювачі прилади тощо.



- За кількістю зовнішніх виводів компонентів, які прийнято називати полюсами, компоненти поділяють на **двополюсники**, **триполюсники**, **чотириполюсники** і т.д. Загалом прийнято називати **багатополюсниками** ті компоненти, які мають більше ніж два зовнішні полюси.



двополюсник



триполюсник

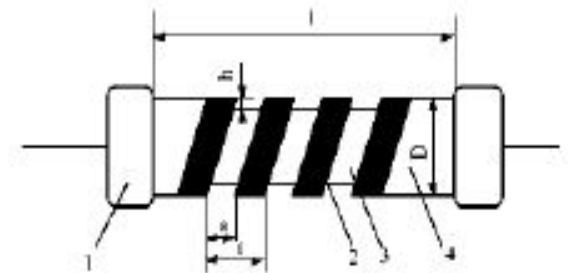


багатополюсник

2. ПАСИВНІ КОМПОНЕНТИ

2.1. Резистивні компоненти

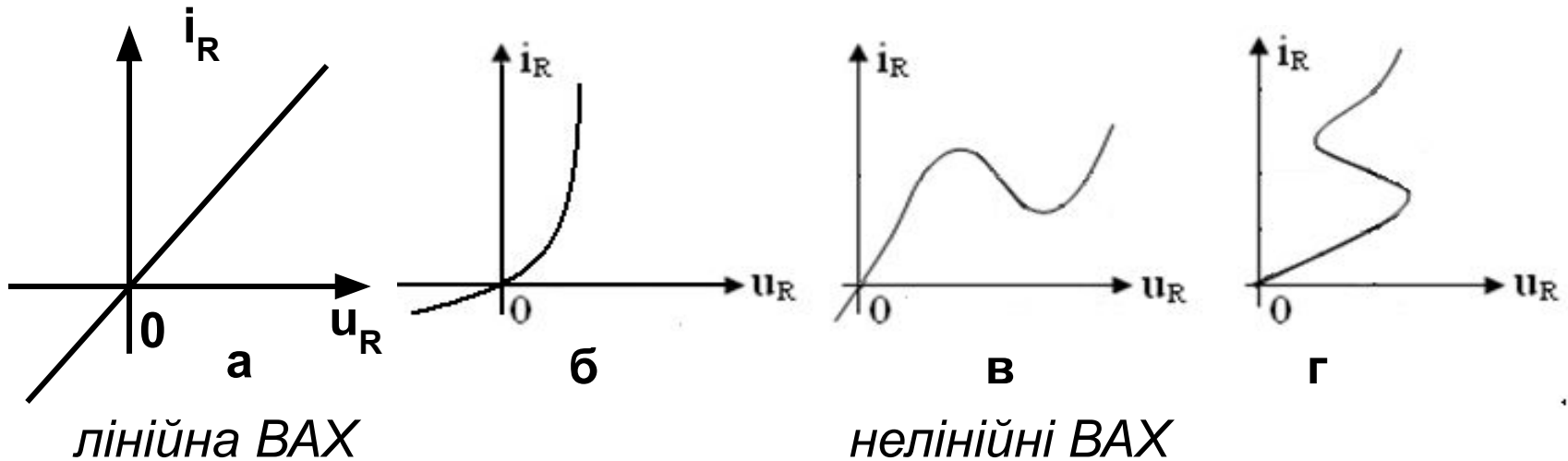
- **Резистори** - це найбільш поширені дискретні компоненти електронної апаратури, з допомогою яких здійснюють **регулювання та розподіл електричної енергії** (струмів і напруг) між ланками та компонентами електронних схем.
- Свою функцію резистори виконують завдяки активному електричному **опору**, зосередженому в їх струмопровідному (резистивному) шарі.
- Основною властивістю резистивних компонентів є перетворення електричної енергії у **теплову** або в інші види (наприклад, світлову).
- Виготовляються резистори із провідного матеріалу (графіту, тонкої металевої або графітової плівки або проводу), який має невисоку провідність. В загальному за матеріалами резистори поділяють на такі три групи: **дротяні, недротяні та металофольгові**.



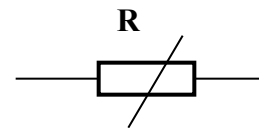
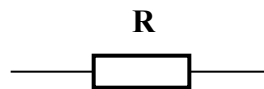
- Основною характеристикою резистивного компонента, є **вольт-амперна характеристика (ВАХ)**, яка визначає взаємозв'язок між миттєвими значеннями струму та напруги на його зовнішніх виводах:

$$i_R = f(u_R).$$

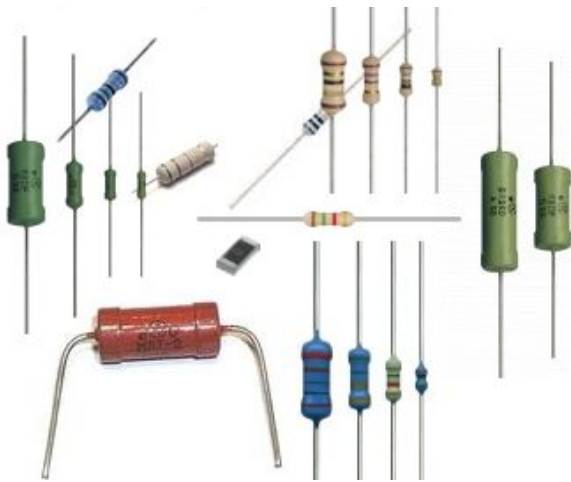
- Приклади типових ВАХ резистивних компонентів:



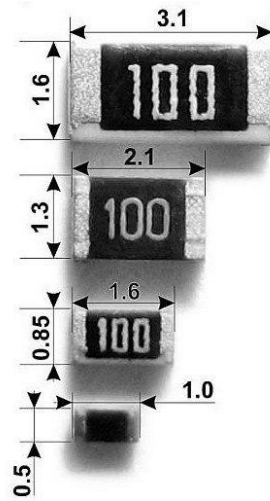
- За характером залежності між напругою та струмом (ВАХ) резистори поділяють на лінійні та нелінійні.



- Лінійні резистори, які надалі називатимемо просто резистори, за характером зміни опору поділяють на резистори постійного та змінного опорів. В останніх, які називають просто змінними резисторами, опір змінюють механічним способом.



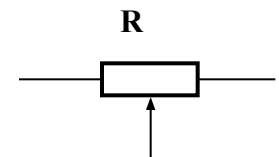
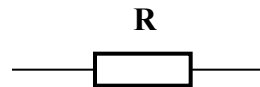
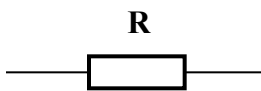
Дискретні лінійні резистори



Чіп (SMD) резистори



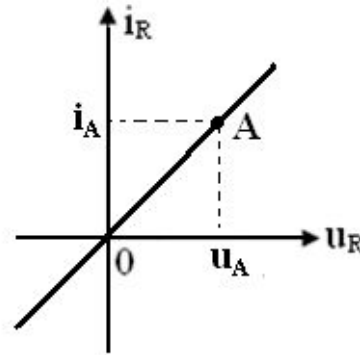
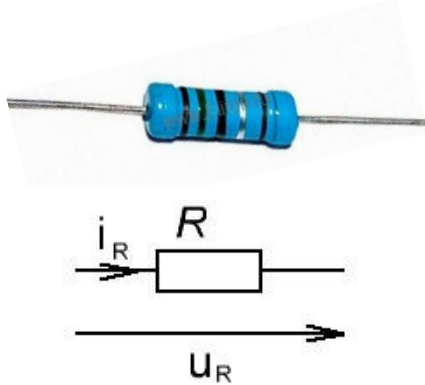
Змінні резистори



- Відношення напруги до струму, визначене в будь-якій точці ВАХ, відповідає опору компонента:

$$R = u_R / i_R.$$

- Для компонента з лінійною ВАХ опір є постійним ($R = \text{const}$):



$$R = u_R / i_R = \text{const},$$

а залежність між напругою і струмом описується лінійною функцією:

$$u_R(t) = R \cdot i_R(t), \quad \text{або} \quad i_R(t) = G \cdot u_R(t),$$

що відповідає закону Ома. Тут $G=1/R$ – провідність компонента.

- В системі СІ одиницею вимірювання опору є Ом. Великі значення опорів вимірюють кілоомах (кОм), мегаомах (МОм), гігаомах (ГОм). Нагадаємо, що $1\text{кОм}=10^3\text{Ом}$; $1\text{МОм} = 10^3\text{кОм}=10^6\text{Ом}$; $1\text{ГОм}=10^3\text{МОм}=10^6\text{кОм}=10^9\text{Ом}$.
- Одиниця вимірювання провідності – Сіменс (См).

- **Миттєва потужність** лінійного резистивного компонента, яка відображає втрати електричної енергії в компоненті за одиницю часу, визначається формулою:

$$p_R(t) = u_R(t) \cdot i_R(t) = R \cdot i_R^2(t) = u_R^2(t) / R = G \cdot u_R^2(t).$$

Для резистивних компонентів потужність є завжди додатною.

- **Електрична енергія**, яка витрачається в лінійному резистивному компоненті за проміжок часу $[0, t_x]$, дорівнює:

$$W(t_x) = \int_0^{t_x} p(t) dt = R \int_0^{t_x} i_R^2(t) dt = G \int_0^{t_x} u_R^2(t) dt.$$

- **Миттєва потужність** лінійного резистивного компонента, яка відображає втрати електричної енергії в компоненті за одиницю часу, визначається формулою:

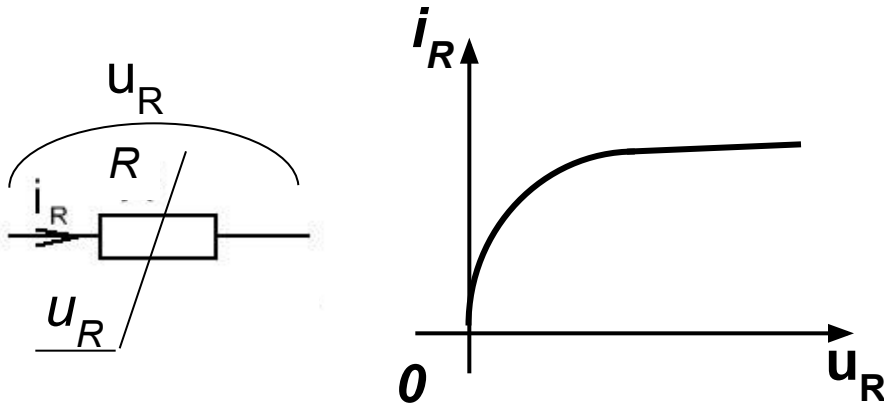
$$p_R(t) = u_R(t) \cdot i_R(t) = R \cdot i_R^2(t) = u_R^2(t) / R = G \cdot u_R^2(t).$$

Для резистивних компонентів потужність є завжди додатною величиною.

- **Електрична енергія**, яка витрачається в лінійному резистивному компоненті за проміжок часу $[0, t_x]$, дорівнює:

$$W(t_x) = \int_0^{t_x} p(t) dt = R \int_0^{t_x} i_R^2(t) dt = G \int_0^{t_x} u_R^2(t) dt.$$

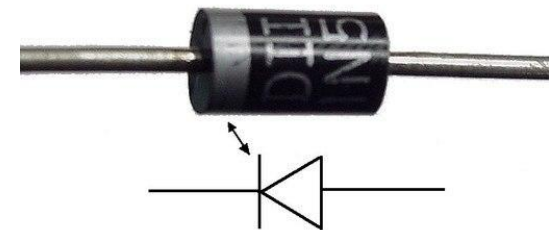
- Для компонентів з нелінійними ВАХ опір є нелінійним, тобто $R = \text{var}$ або $R(u_R)$.



$$R = u_R / i_R = R(u_R)$$

$$u_R = R(u_R) \cdot i_R$$

- Реальними компонентами з нелінійною ВАХ, які мають основну властивість перетворювати електричну енергію у теплову, є нелінійні резистори. До них відносять **варистори**, **напівпровідникові діоди** та інші.

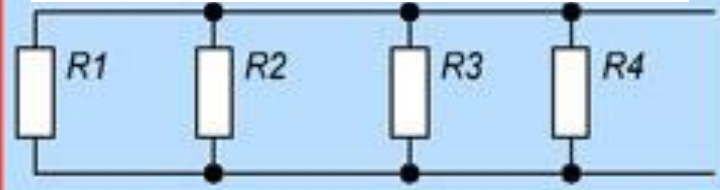


З'єднання резисторів

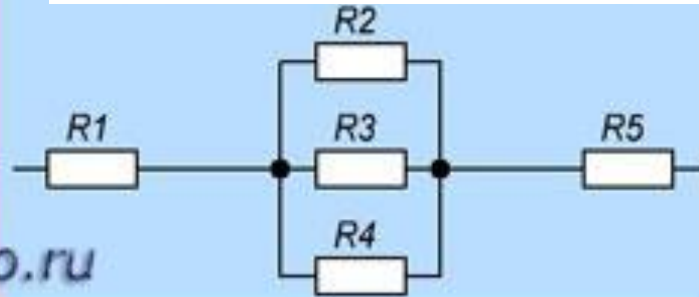
Послідовне з'єднання



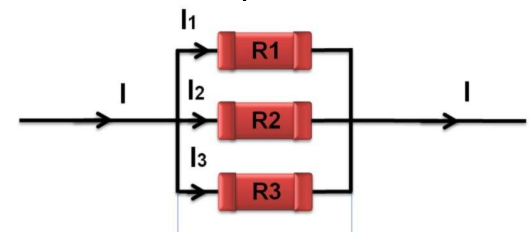
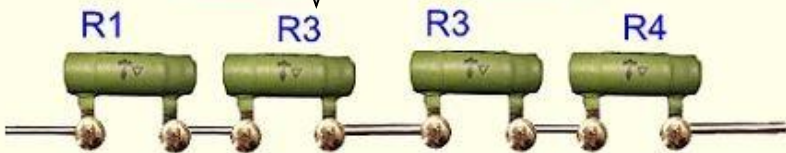
Паралельне з'єднання



Змішане з'єднання



<http://www.el-info.ru>



- При послідовному з'єднанні резисторів загальний опір дорівнює сумі опорів резисторів:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

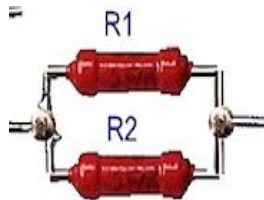
- При паралельному з'єднанні резисторів загальний опір обчислюється за формулою:

$$G = 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$$

або

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

При паралельному з'єднанні двох резисторів загальний опір:



$$G = 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 \quad \text{або} \quad R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

Зауважимо, що при паралельному з'єднанні сумарний опір менший найменшого опору із з'єднаних резисторів.

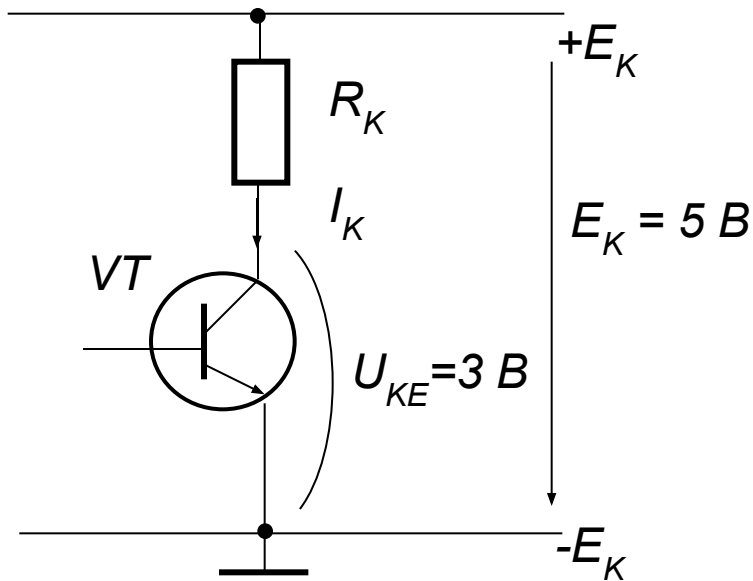
- При змішаному з'єднанні:

а) $G = 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$,

б) $R = R_1 + 1/G + R_5$.

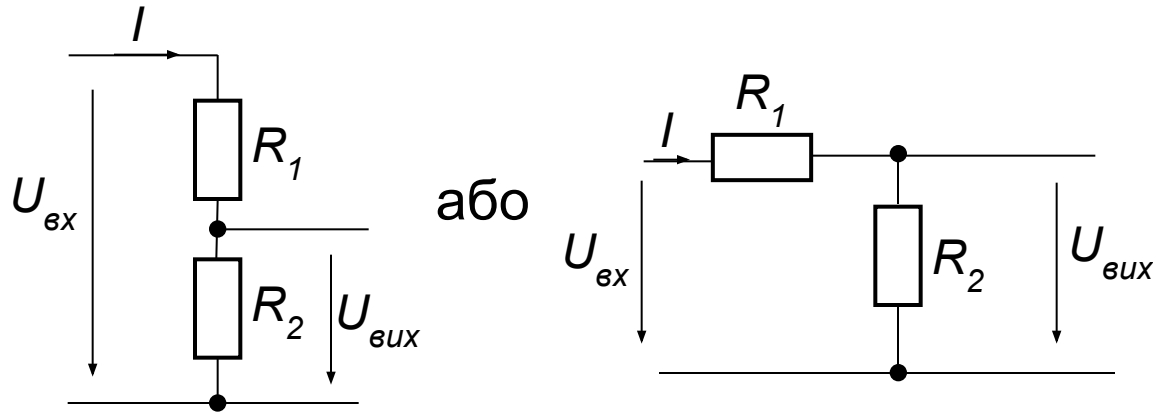
- Приклади застосування резисторів:

1). Забезпечення необхідного значення струму колектора I_K біполярного транзистора:



- Якщо $R_K = 1\text{ кОм}$, то
$$I_K = (E_K - U_{KE}) / R_K = 2 / 10^3 = 2\text{ мА}.$$
- Якщо $R_K = 100\text{ Ом}$, то
$$I_K = (E_K - U_{KE}) / R_K = 2 / 10^2 = 20\text{ мА}.$$

2) Подільник напруги:



- Знайдемо $U_{\text{вих}}$ схеми подільника:

$$U_{\text{вих}} = I \cdot R_2 = [U_{\text{вх}} / (R_1 + R_2)] R_2 = U_{\text{вх}} \cdot R_2 / (R_1 + R_2).$$

- Схема так названа, тому що вхідна напруга ділиться на резисторах пропорційно їхнім величинам. Дійсно, так як через резистори протікає один і той же струм, одержимо:

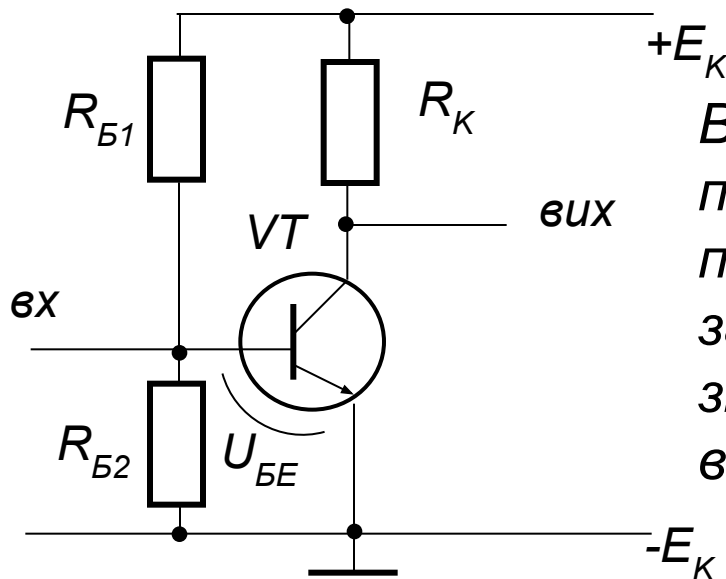
$$I = U_{\text{вх}} / (R_1 + R_2) = U_{\text{вих}} / R_2, \text{ тобто } U_{\text{вих}} / U_{\text{вх}} = R_2 / (R_1 + R_2) = K,$$

де K називають коефіцієнтом ділення.

Подільник напруги часто використовується для одержання напруги потрібної величини із більшої напруги. Нехай $U_{\text{вх}} = 15 \text{ В}$, $R_1 = 2 \text{ кОм}$, а $R_2 = 1 \text{ кОм}$. Знайдемо вихідну напругу $U_{\text{вих}}$. Підставляючи у формулу для вихідної напруги подільника значення вхідної напруги і резисторів, одержимо результат:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = 15 \cdot 10^3 / (2 \cdot 10^3 + 10^3) = 5 \text{ В}.$$

У такий спосіб ми з напруги 15 В одержали напругу на виході подільника, рівну 5 В . Підбираючи величини опорів можна одержати на виході будь-яку напругу нижче 15 В . Вихід подільника напруги можна використовувати як джерело напруги.



В схемі поданого на рисунку підсилювача з допомогою подільника напруги R_{B1} та R_{B2} забезпечують необхідну напругу зміщення на базу транзистора від джерела напруги E_K .



Дякую за увагу!