

СОТОВЫЕ ТЕЛЕФОНЫ



Лекция 3

Методы эквивалентных преобразований электрических цепей

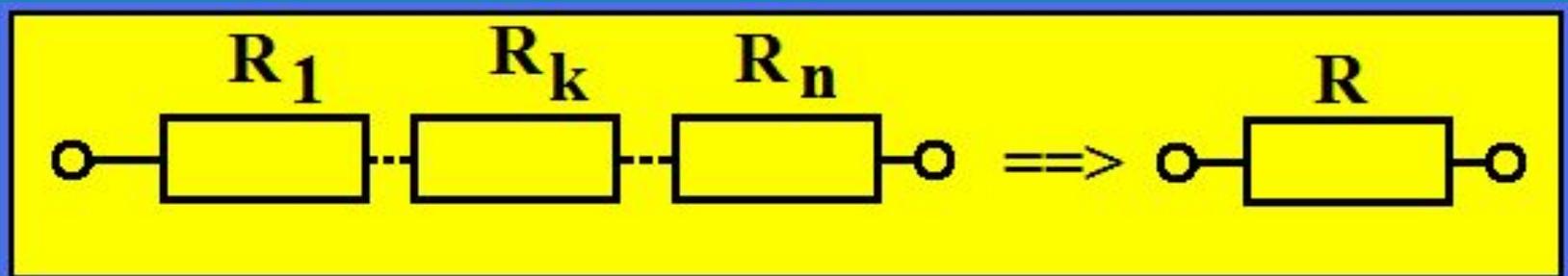
Резистивные цепи

- Линейными резистивными цепями называются электрические цепи, состоящие только из линейных резистивных элементов и источников.

Методы преобразования

- **При всех случаях замены заданных схем эквивалентными, не должны изменяться токи и напряжения на участках цепи, оставшихся без преобразования.**

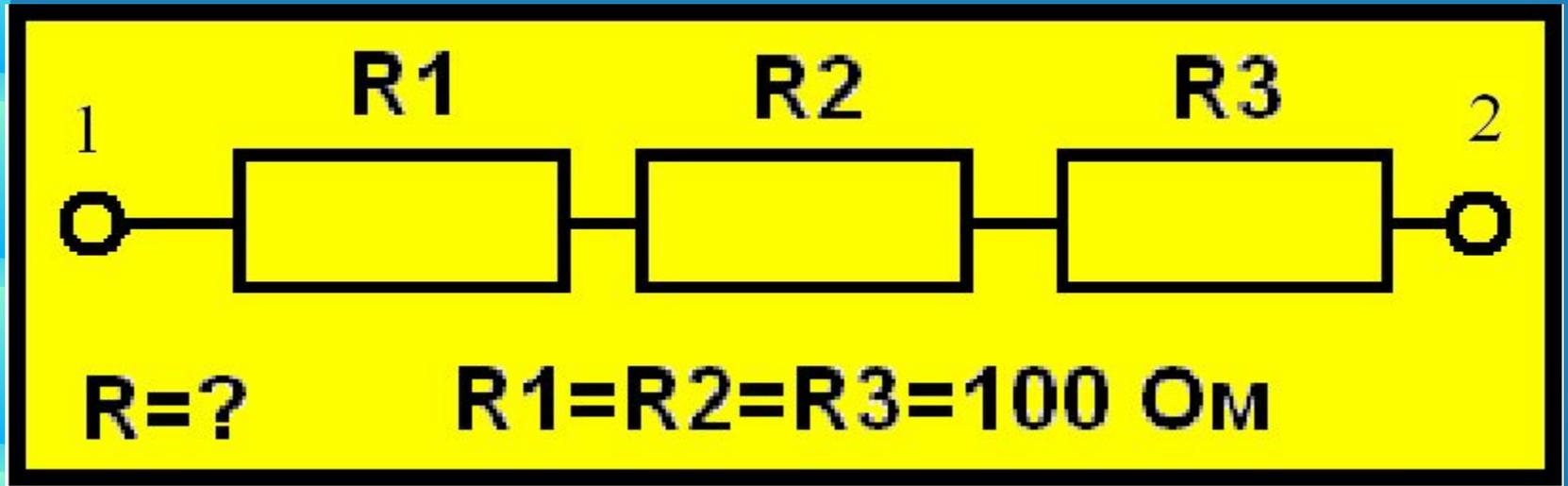
Замена **последовательно** соединённых сопротивлений одним эквивалентным



$$R = \sum_{k=1}^n R_k$$

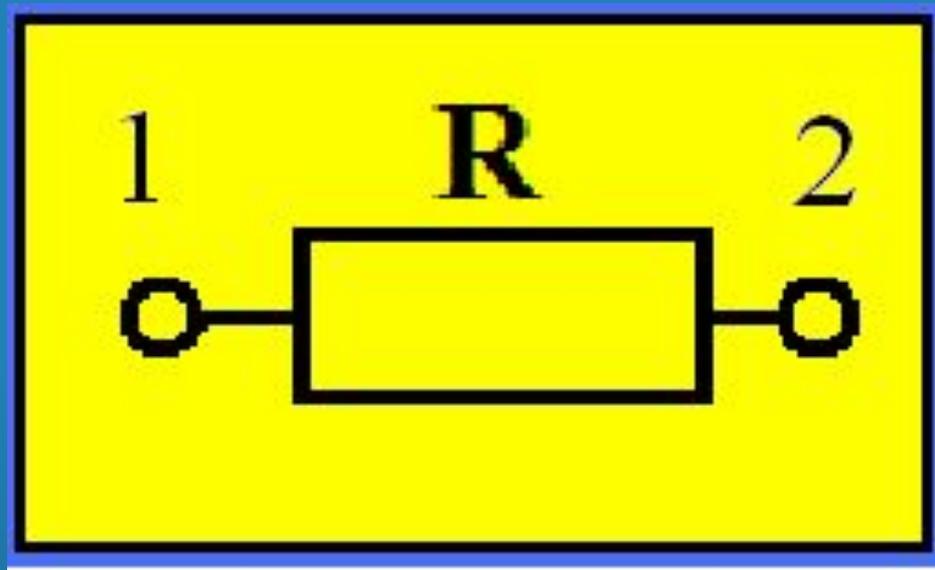
Последовательное соединение.

Найти общее сопротивление R.



Решение:

$$R=R_1+R_2+R_3=100+100+100=300 \text{ Ом.}$$



Проводимость

$$G = \frac{1}{R}$$

- Величина, обратная сопротивлению, есть электрическая **проводимость**.

Пример.

Проводимость резистора

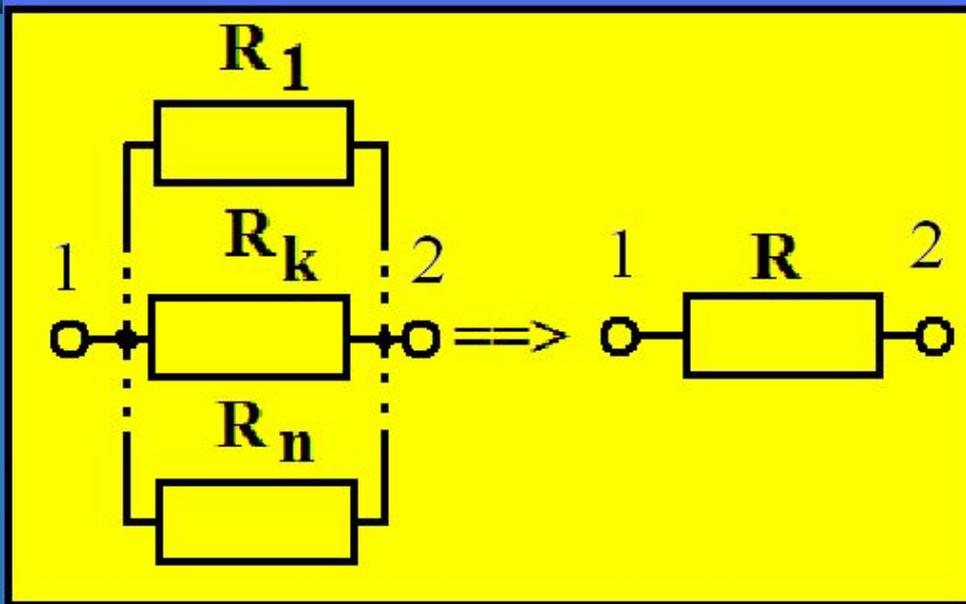
$$G=0,25 \text{ См.}$$

Определить
сопротивление резистора.

Решение.

$$R=1/G=1/0,25=4 \text{ Ом.}$$

Замена **параллельно** соединённых сопротивлений одним эквивалентным



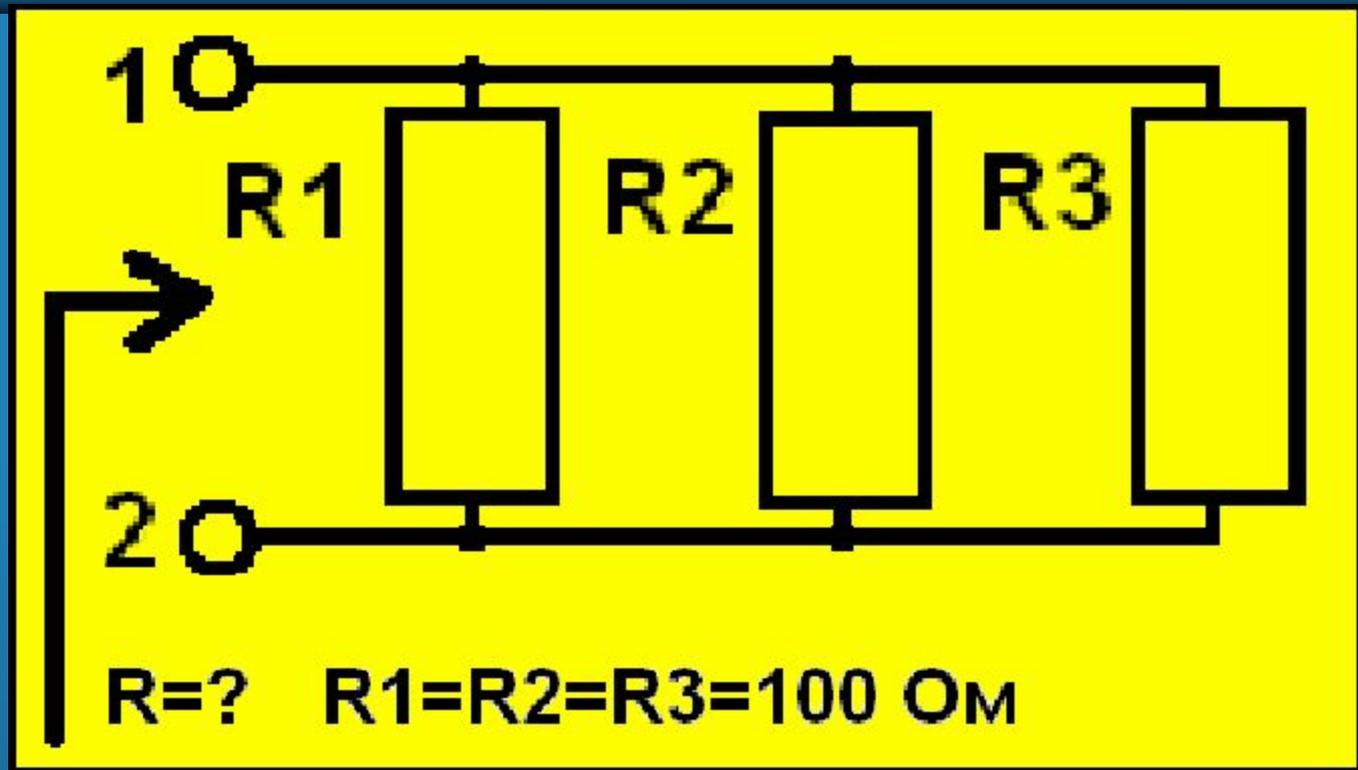
$$G = \sum_{k=1}^n G_k,$$

$$G_k = \frac{1}{R_k},$$

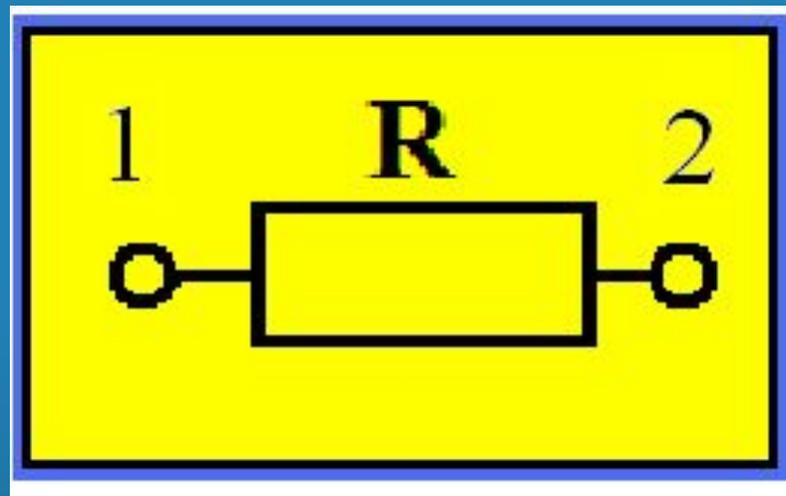
$$R = \frac{1}{G}$$

Параллельное соединение.

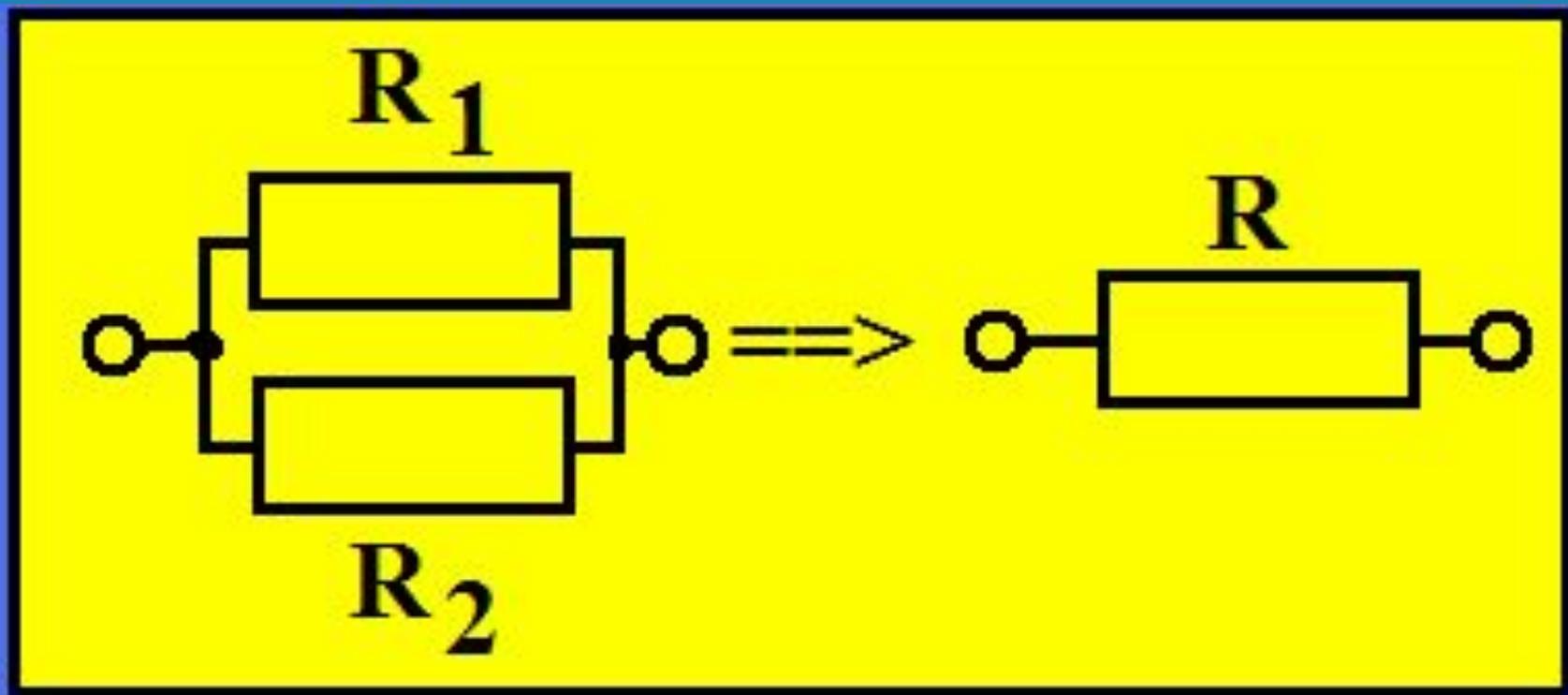
Найти общее сопротивление R .



**Решение: Находим G_1, G_2, G_3 . Далее
 $G = G_1 + G_2 + G_3 = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03 \text{ См.}$
 $R = 1/G = 1/0,03 = 33,333 \text{ Ом.}$**



Для $n=2$. $R=?$



ОТВЕТ.

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

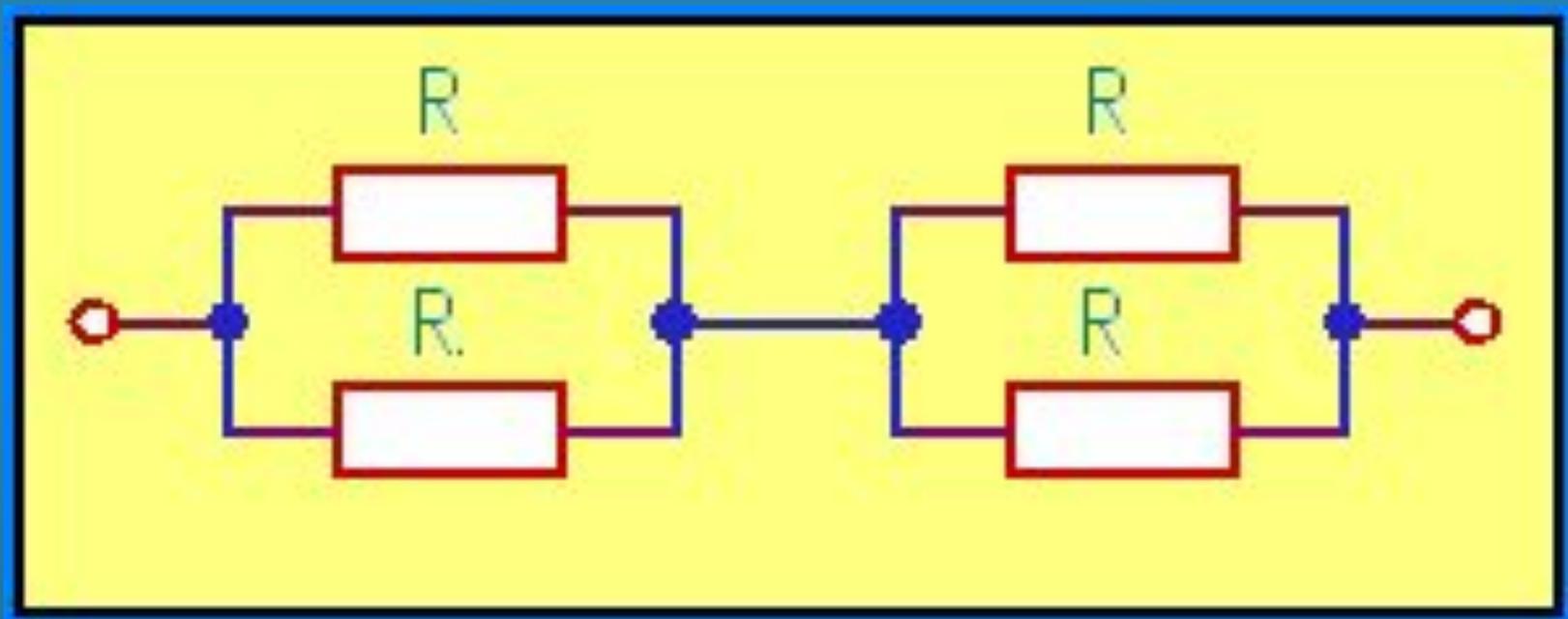
Смешанное соединение

Смешанное соединение резисторов представляет собой сочетание последовательного и параллельного соединений.

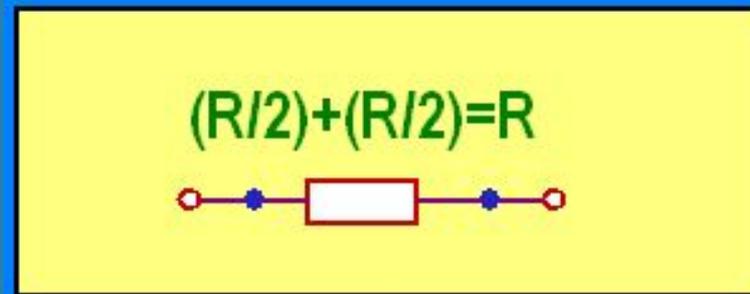
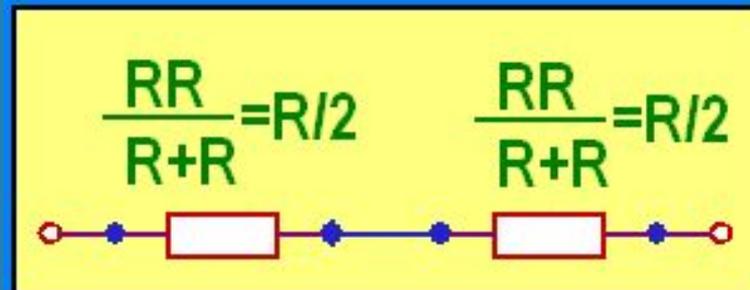
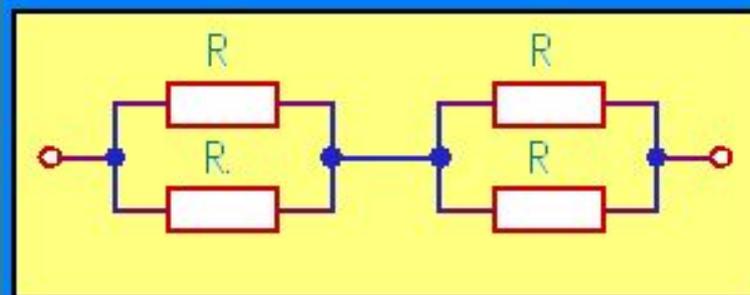
Пример.

Смешанное соединение.

Найти общее сопротивление.

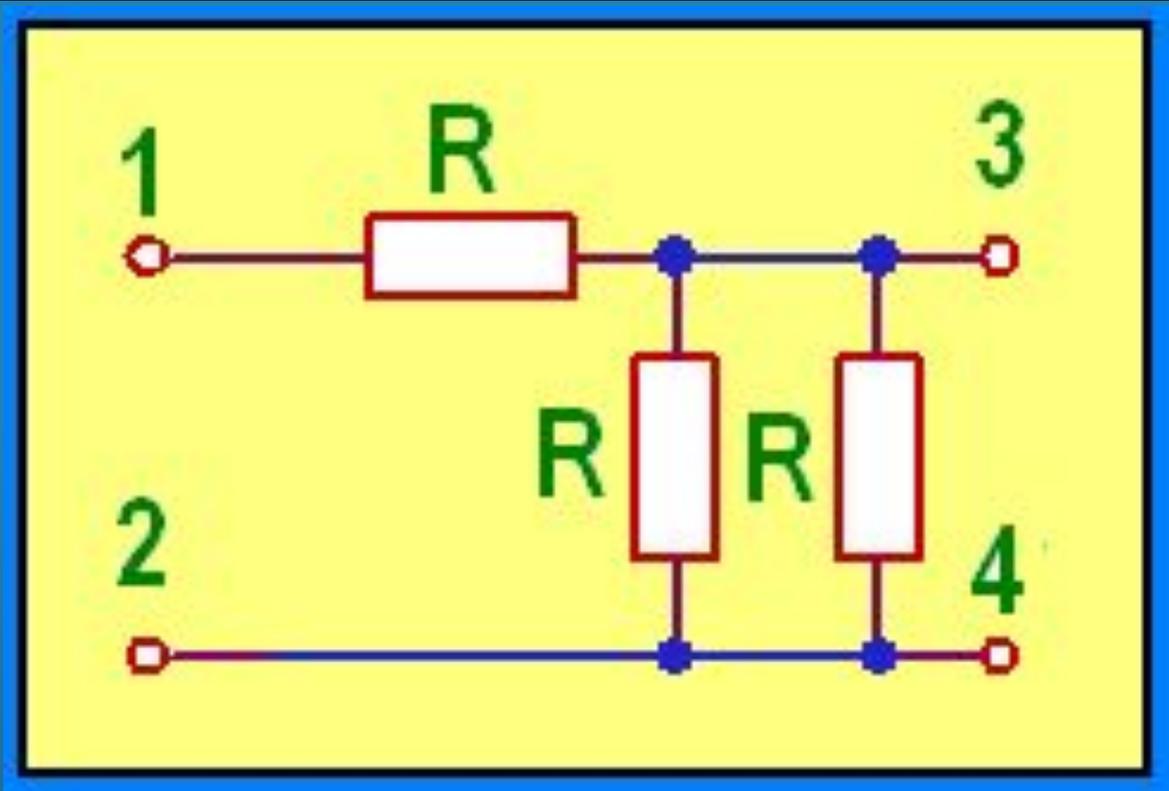


Решение

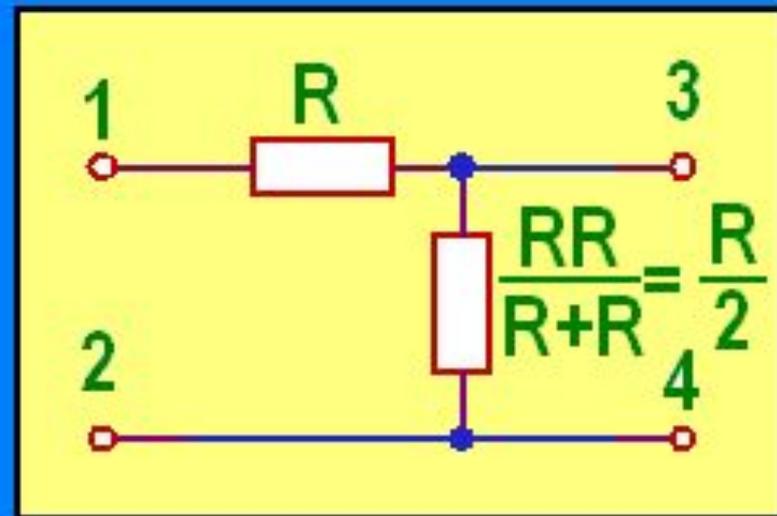
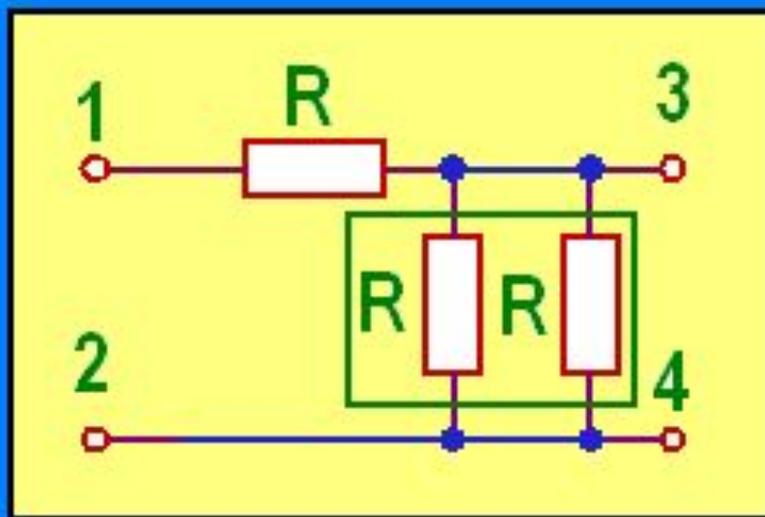


Пример.

Найти сопротивление относительно точек 3-4.



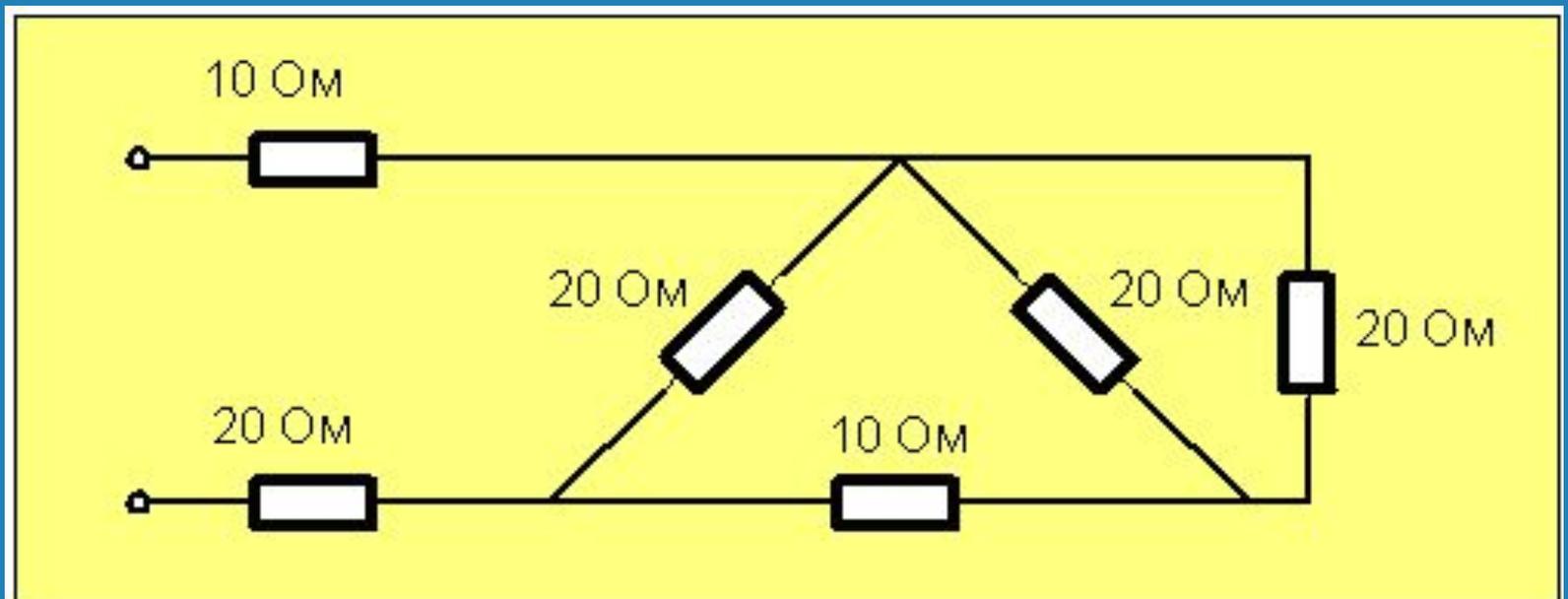
Решение



$$R_{34} = \frac{R}{2}$$

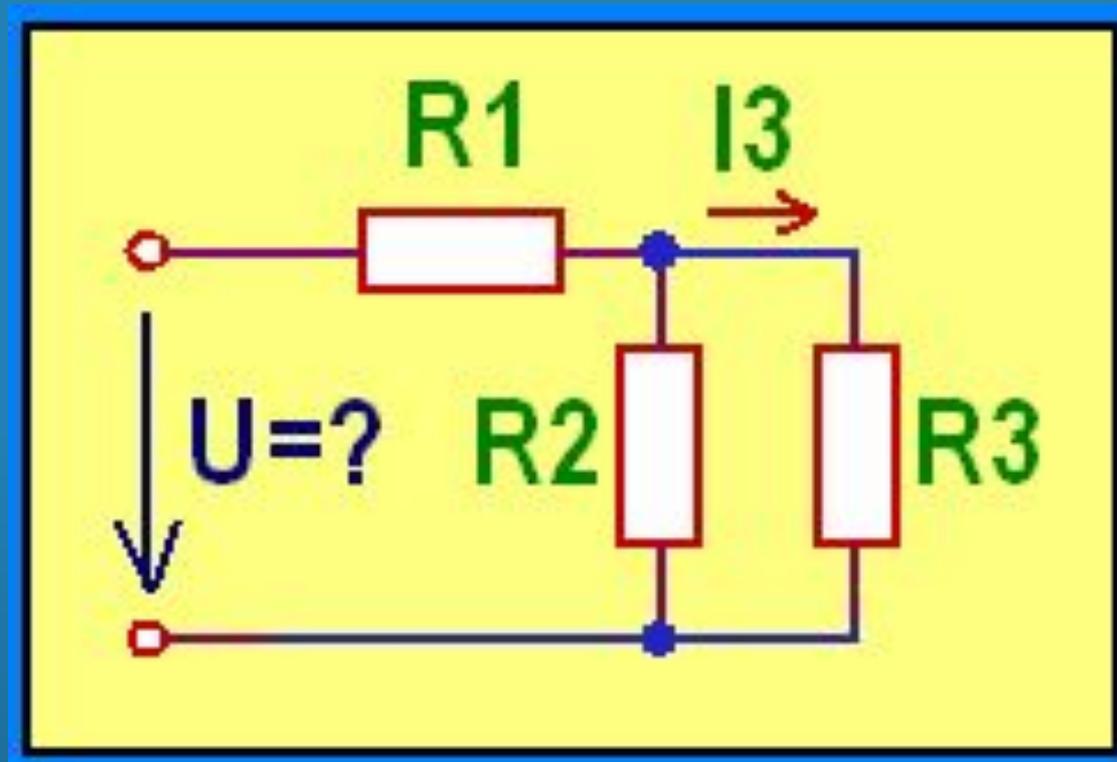
Пример

Значение входного сопротивления цепи в омах равно

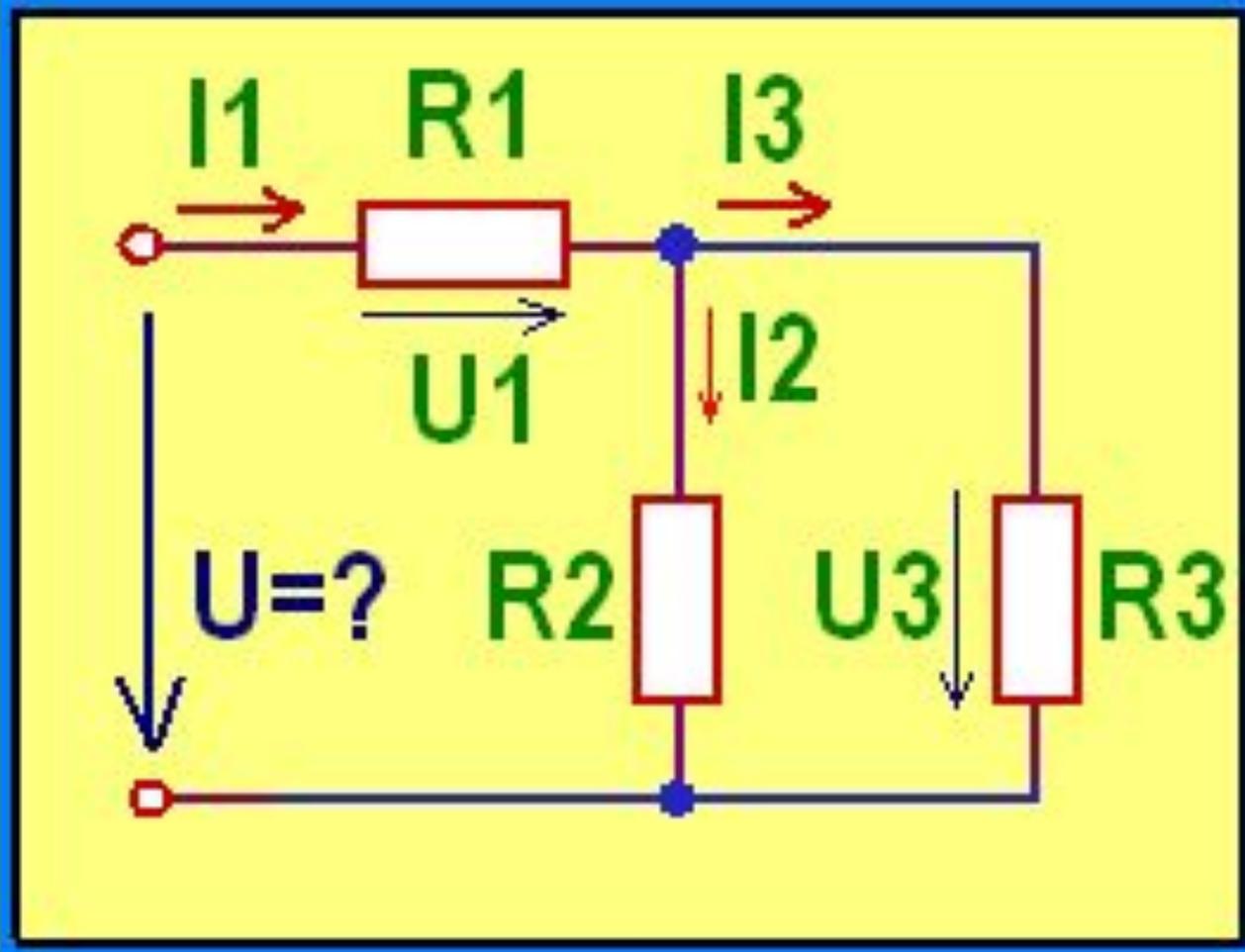


Пример.

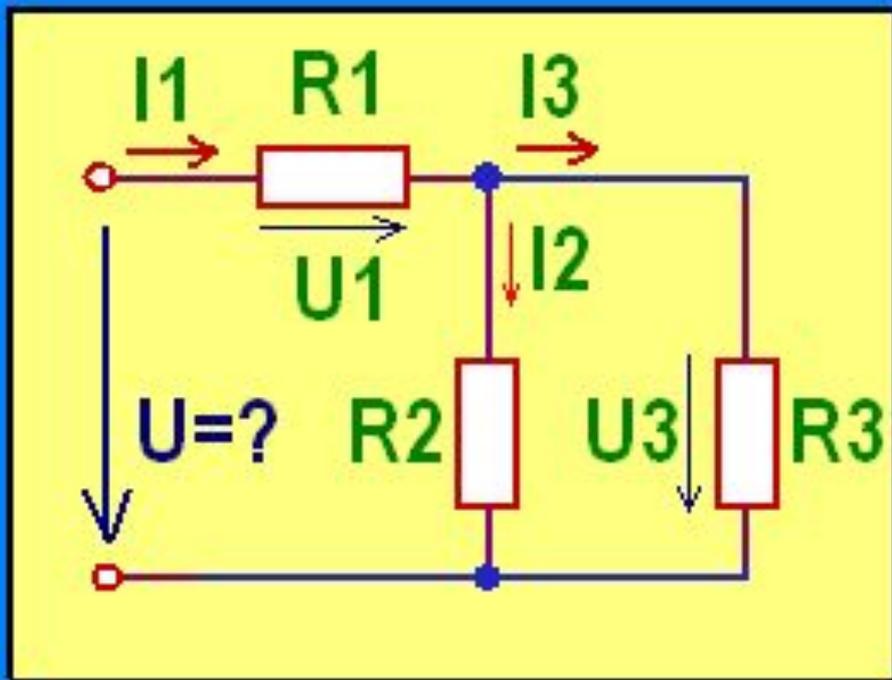
Найти входное напряжение U , если I_3 задан



Решение



Решение



$$R_3 \cdot I_3 = U_3,$$

$$\frac{U_3}{R_2} = I_2,$$

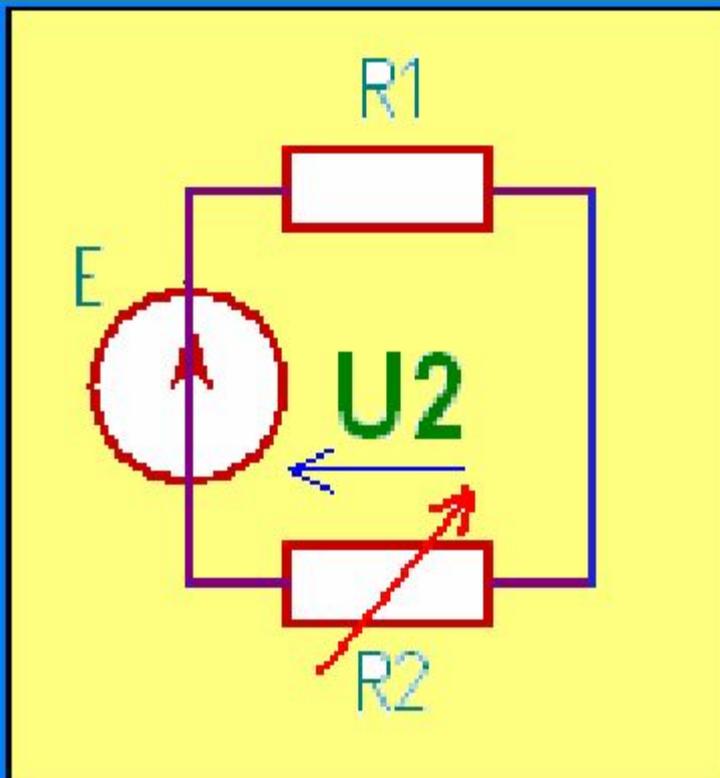
$$I_1 = I_2 + I_3,$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1,$$

$$U = U_1 + U_3.$$

Пример.

Построить зависимость U_2 от тока в цепи, который изменяется с изменением R_2 с шагом 1 Ом.

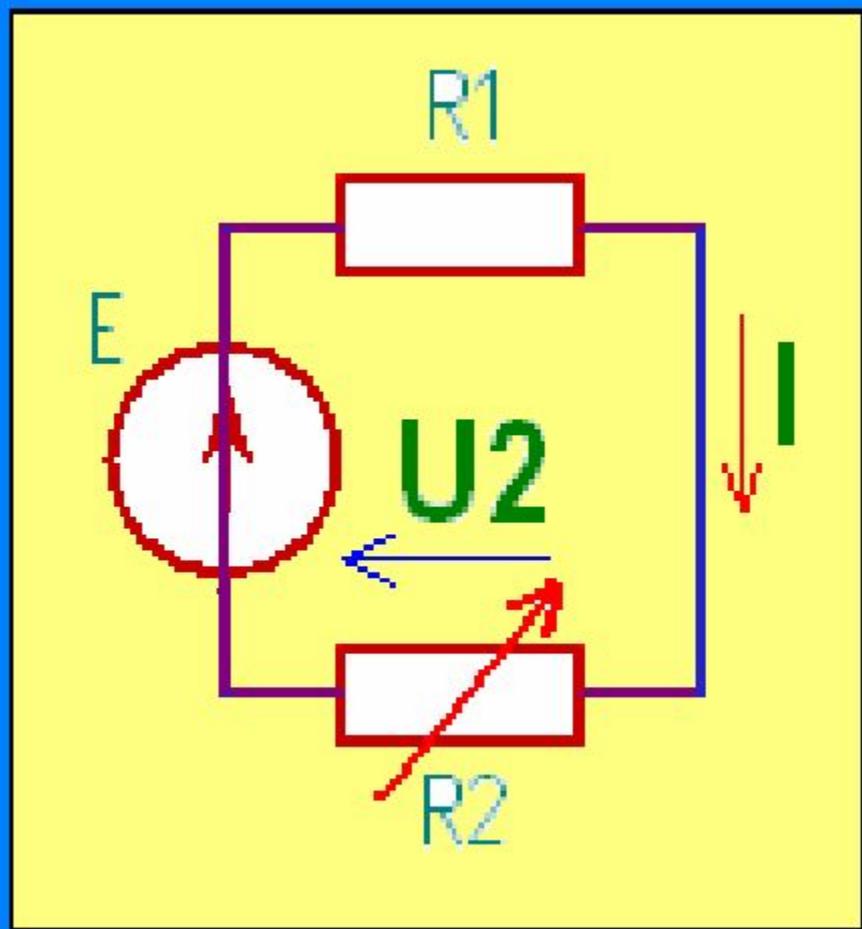


$$R_1 = 2 \text{ Ом},$$

$$E = 12 \text{ В},$$

$$R_2 = 0 \dots 10.$$

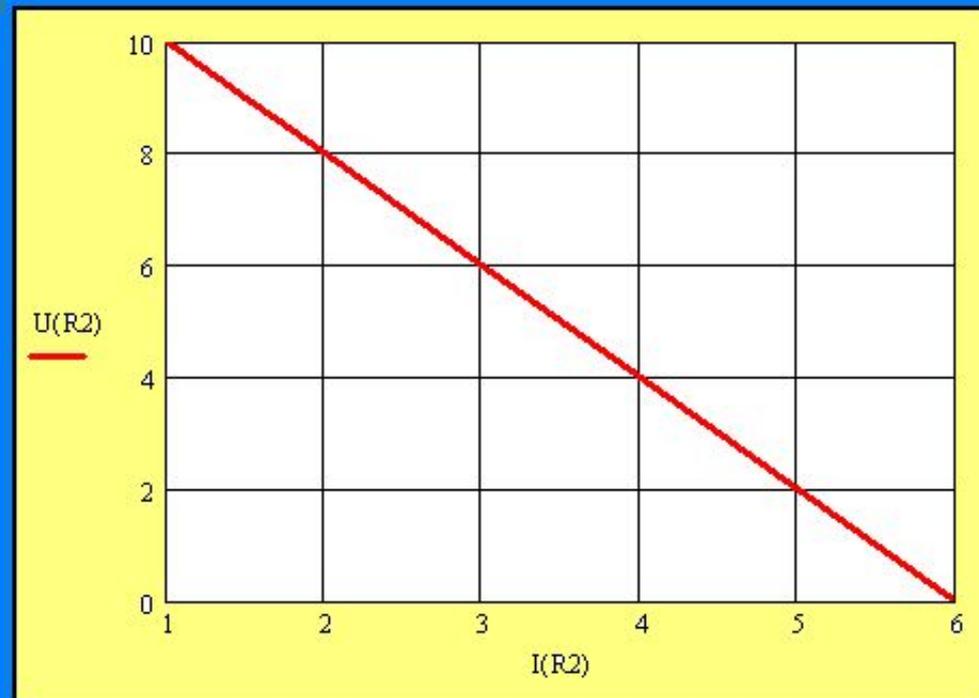
Решение



$$I(R_2) = \frac{E}{R_1 + R_2},$$
$$U_2(R_2) = R_2 \cdot I(R_2).$$

Решение:

R2 =	I(R2) =	U(R2) =
0	6	0
1	4	4
2	3	6
3	2.4	7.2
4	2	8
5	1.714	8.571
6	1.5	9
7	1.333	9.333
8	1.2	9.6
9	1.091	9.818
10	1	10



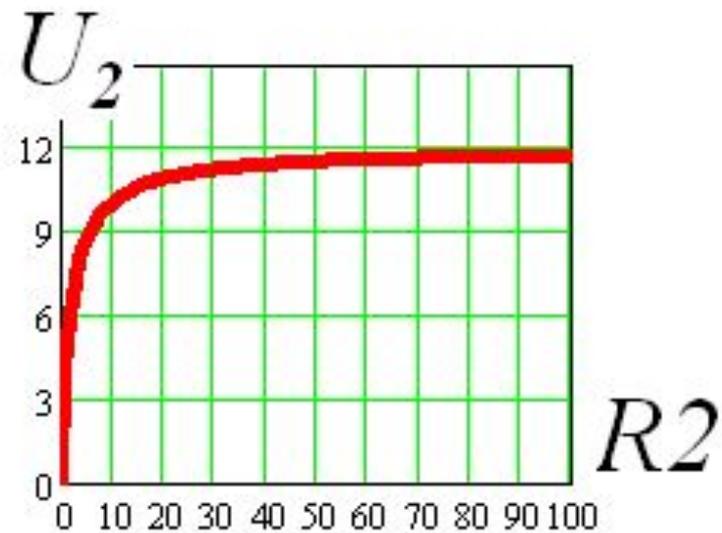
$$U_2 = 12 - 2 \cdot I$$

Пример 2. Нарисовать примерную зависимость U_2 от изменения R_2 (качественно).

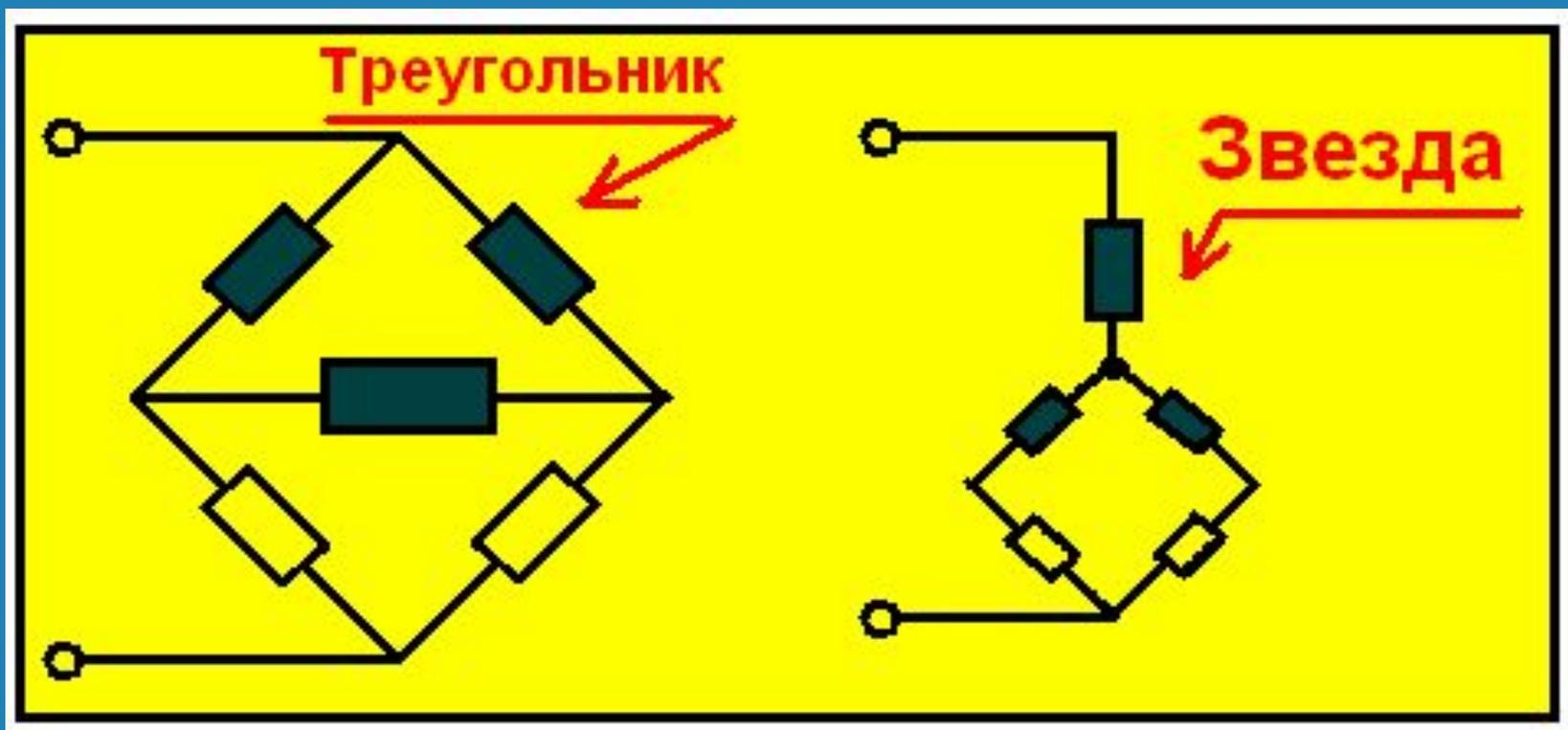
$$I(R_2) = \frac{E}{R_1 + R_2},$$

$$U_2(R_2) = R_2 \cdot I(R_2).$$

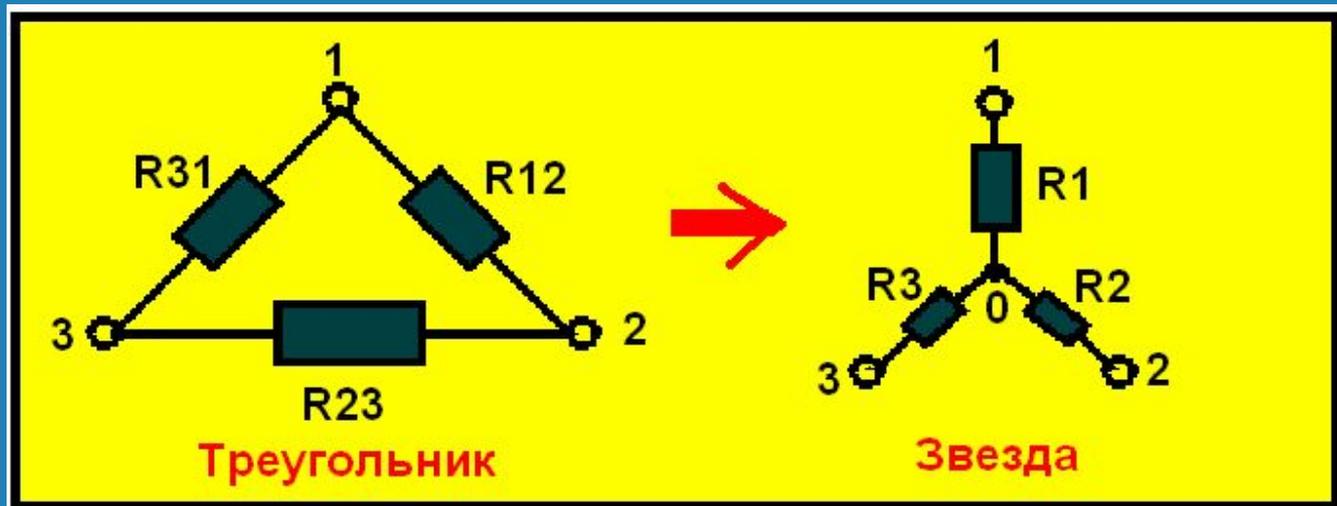
$$U_2(R_2) = R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2}.$$



Преобразование треугольника в эквивалентную звезду:

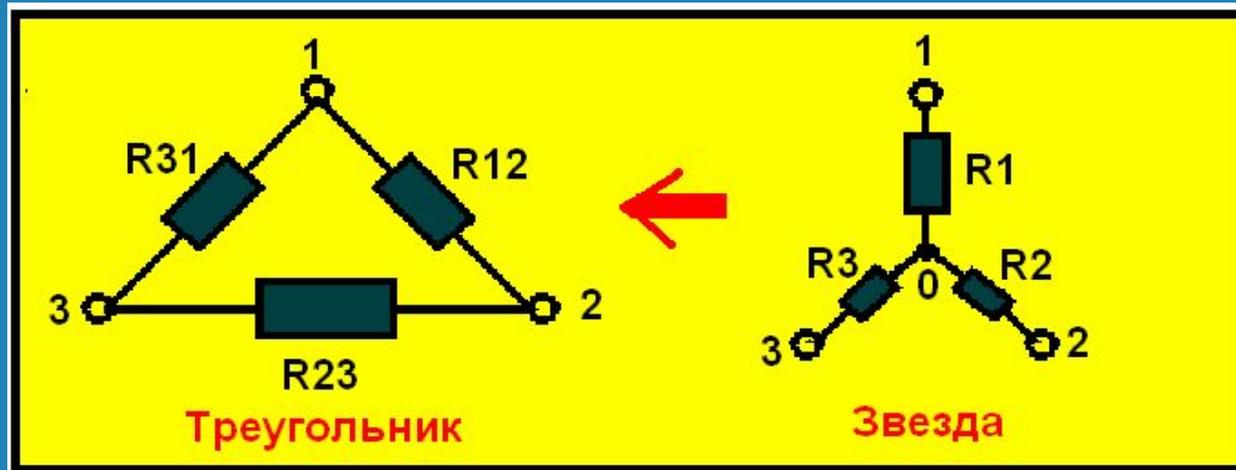


Формулы преобразования треугольника в эквивалентную звезду



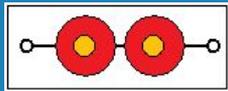
$$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}, R_2 = \frac{R_{23}R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}, R_3 = \frac{R_{31}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

Формулы преобразование звезды в эквивалентный треугольник



$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}, \quad R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1},$$
$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2}.$$

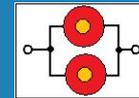
При последовательном и параллельном соединении R, L, C



$$R = \sum_k R_k$$

$$L = \sum_k L_k$$

$$\frac{1}{C} = \sum_k \frac{1}{C_k}$$



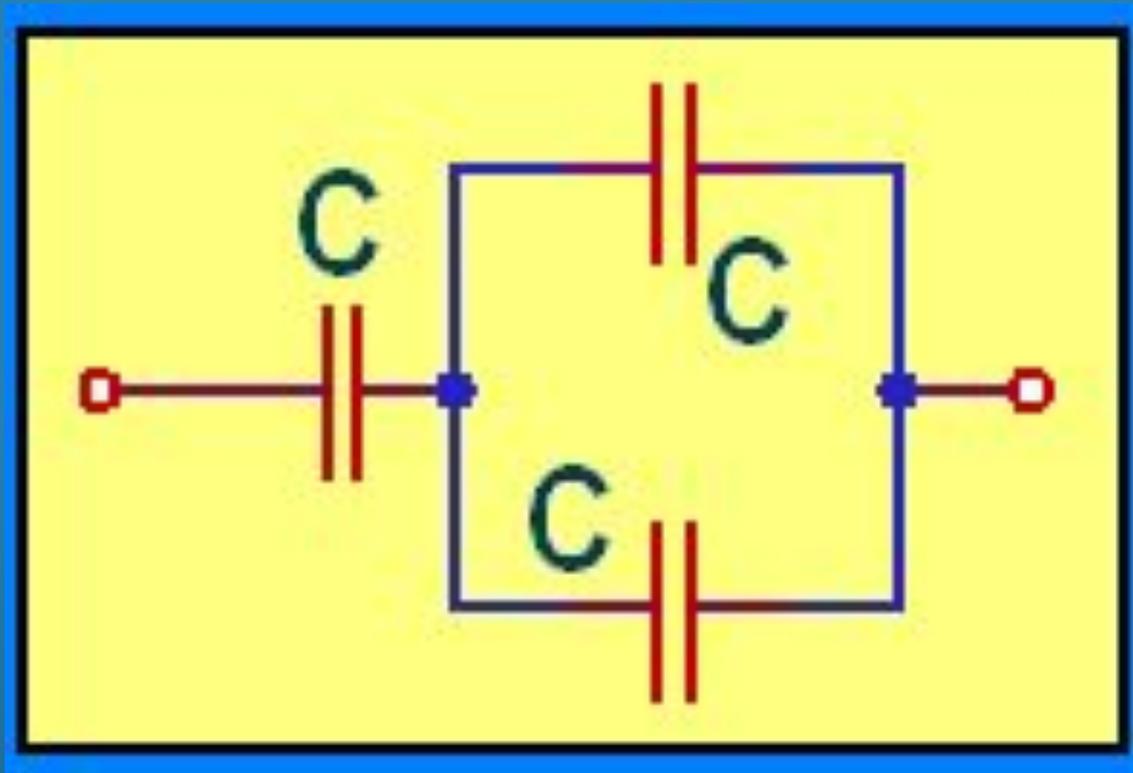
$$G = \sum_k G_k$$

$$\frac{1}{L} = \sum_k \frac{1}{L_k}$$

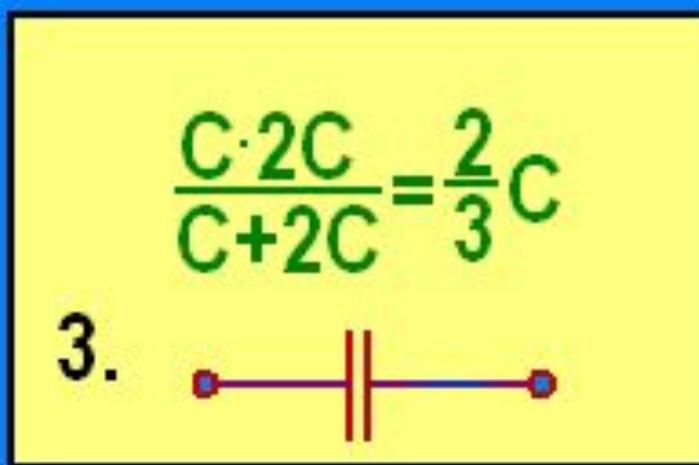
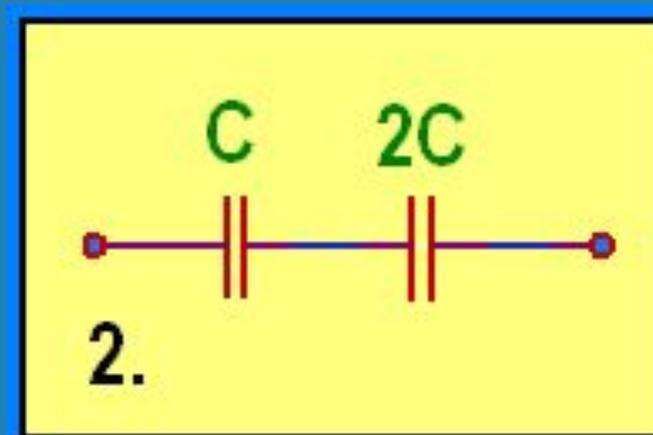
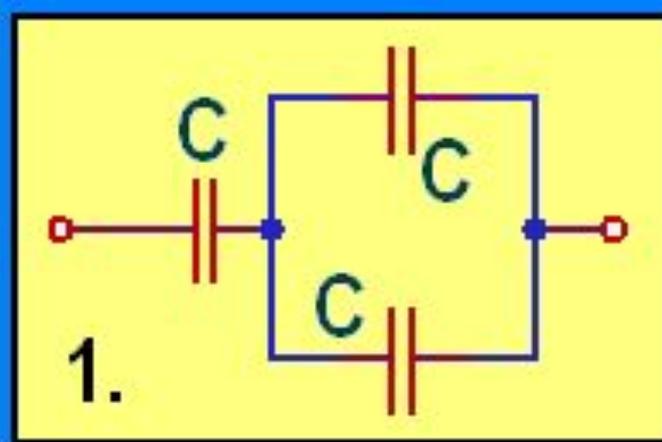
$$C = \sum_k C_k$$

Пример.

Найти эквивалентную емкость
двухполюсника

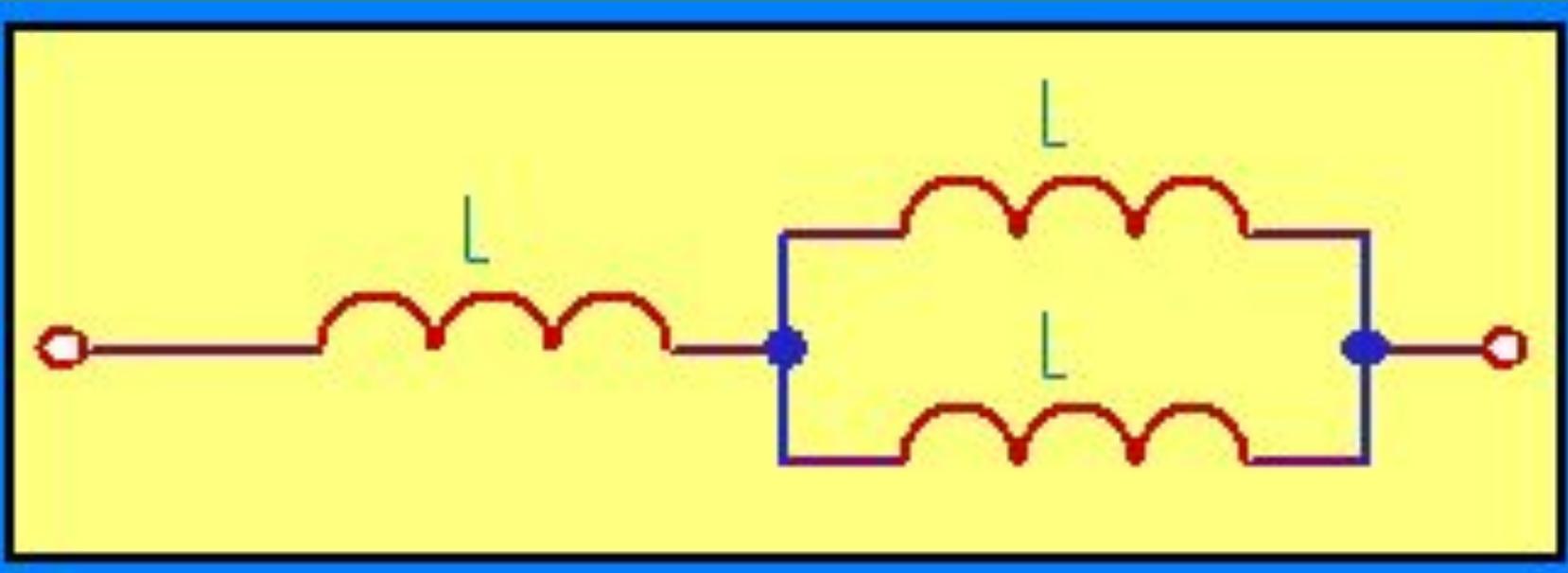


Решение:

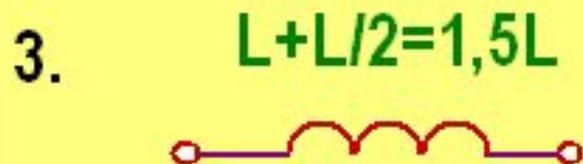
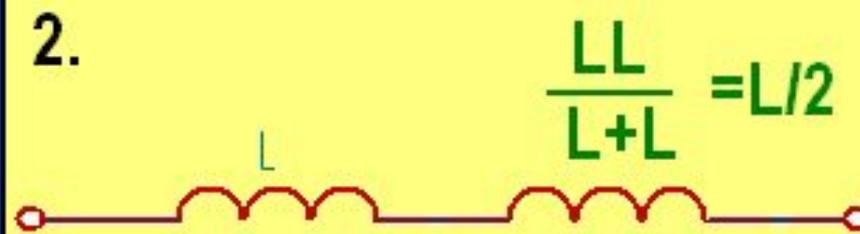
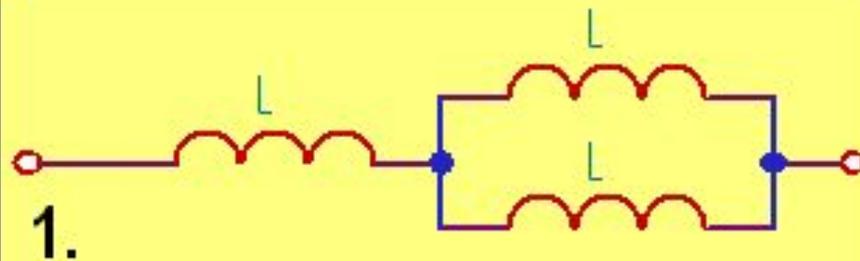


Пример.

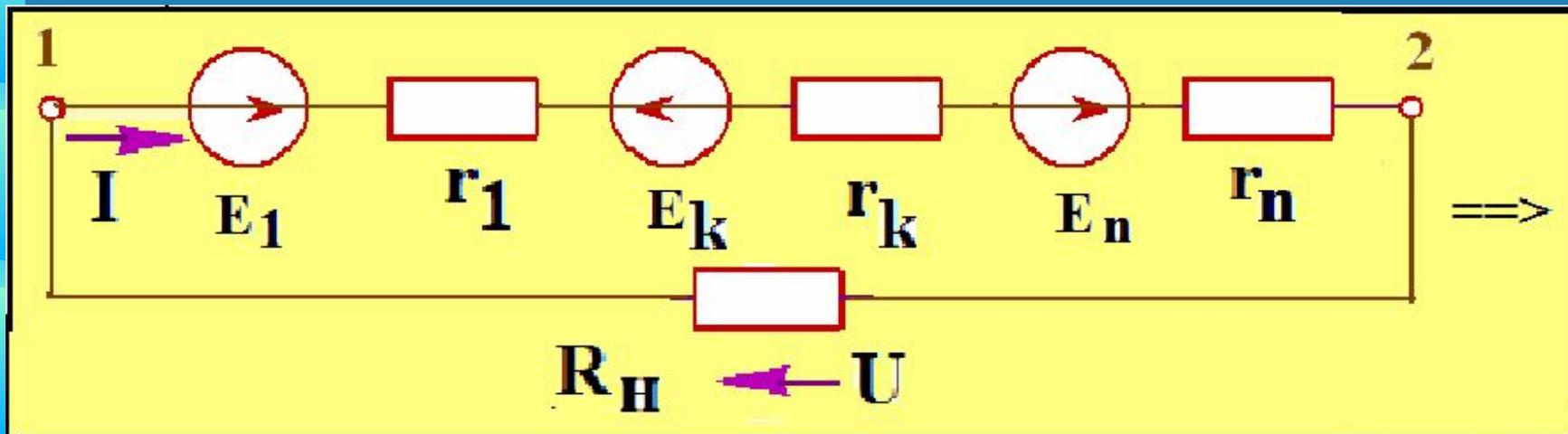
Найти эквивалентную индуктивность двухполюсника



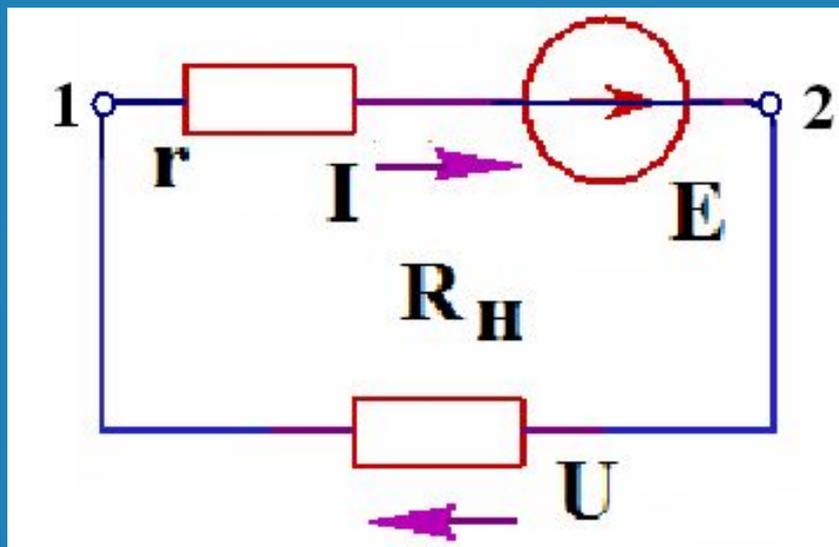
Решение



Метод замены несколько последовательно соединенных генераторов напряжения одним эквивалентным



Эквивалентный генератор

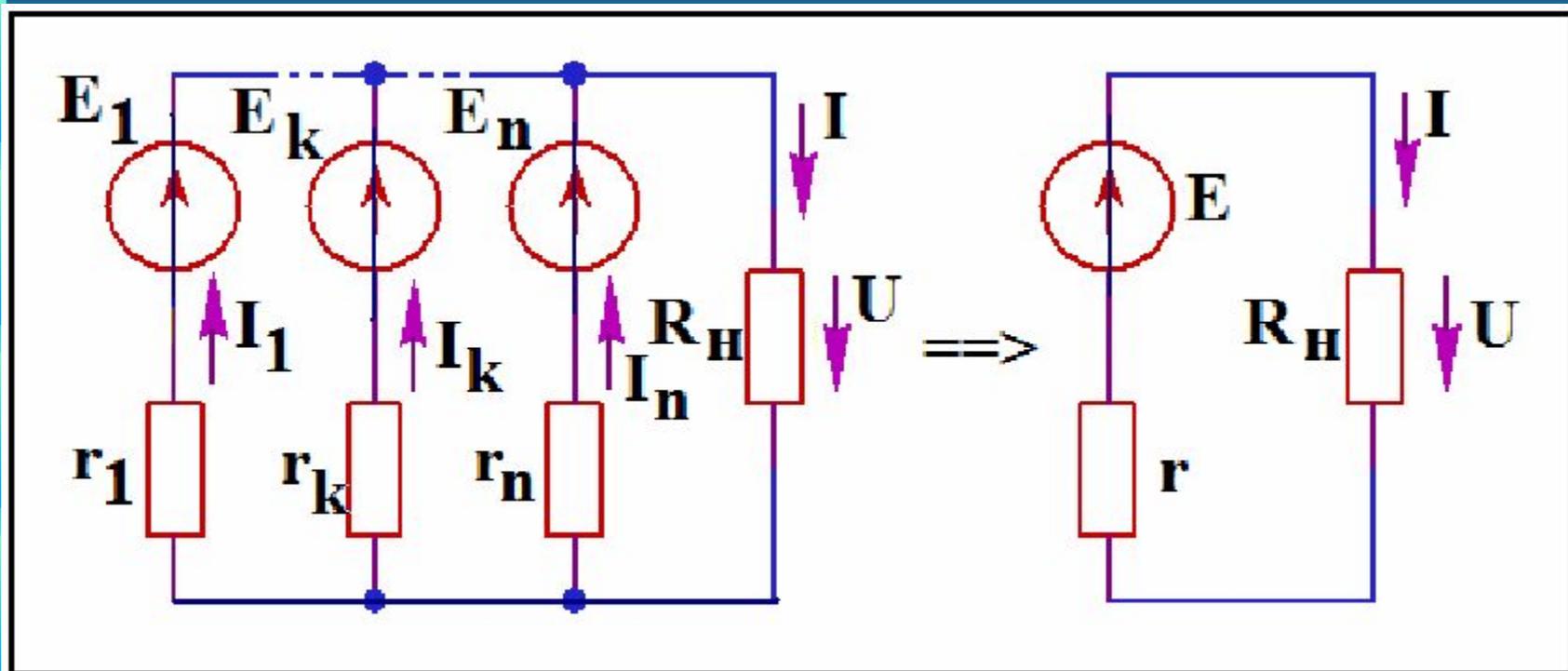


$$E = \sum_{k=1}^n E_k$$

$$r = \sum_{k=1}^n r_k$$

«+» если E_k совпадает с E , иначе «-».

Метод замены нескольких параллельно соединенных генераторов напряжения одним эквивалентным



Эквивалентный генератор

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{E_k}{r_k}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}}, \quad r = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}}$$

« $+E_k$ » если совпадает с E , иначе « $-E_k$ ».

Ток в нагрузке R_H

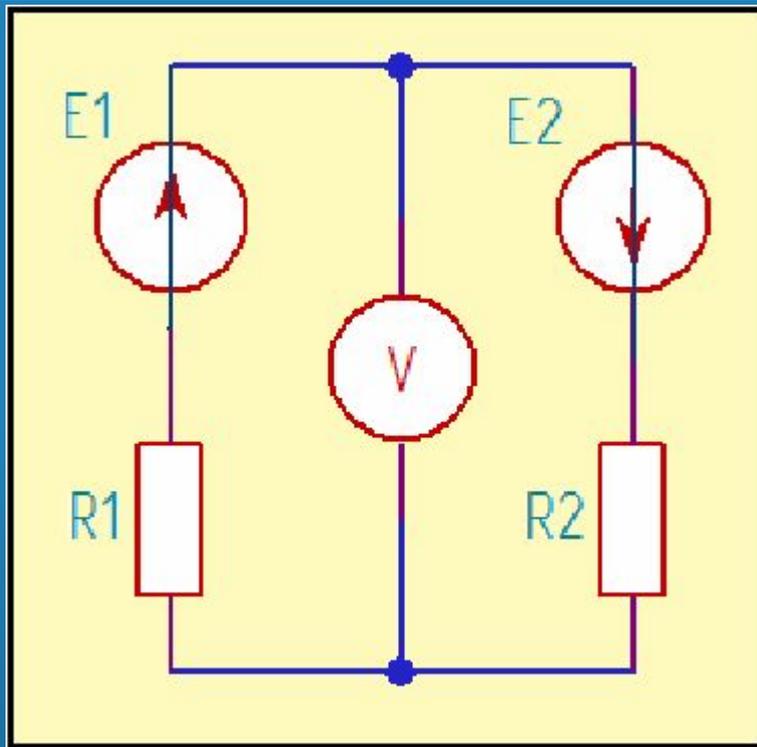
$$I = \frac{E}{r + R_H}$$

ТОК В k -ОЙ ВЕТВИ $(k=1, 2, \dots, n)$

$$I_k = \frac{E_k - U}{r_k}$$

Пример.

Определить показания вольтметра, сопротивление которого бесконечно велико.



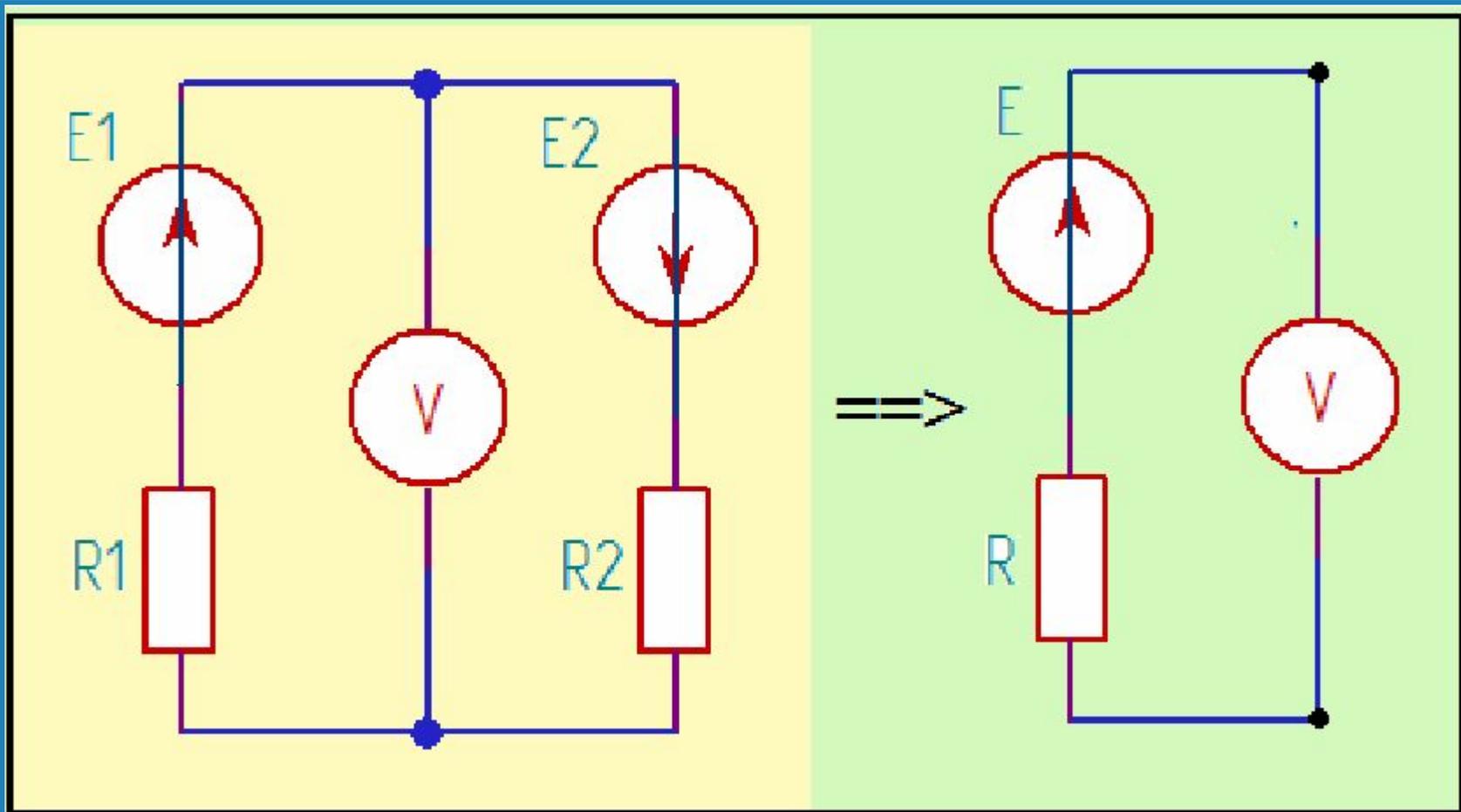
$$E1=40 \text{ В,}$$

$$E2=10 \text{ В,}$$

$$R1=R2=5 \text{ Ом.}$$

$$V=?$$

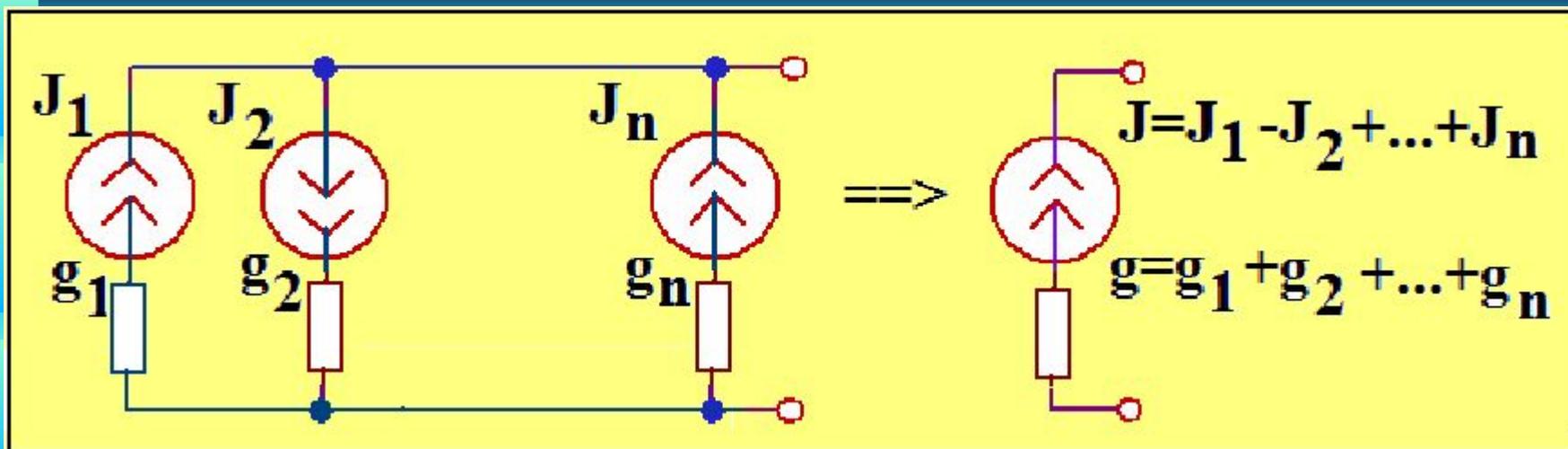
Решение:



ОТВЕТ.

$$V = E = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{40}{5} - \frac{10}{5}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}} = 15 \text{ B.}$$

Метод замены нескольких параллельно соединенных генераторов тока одним эквивалентным



g – внутренняя проводимость

«+» если J_k совпадает с J , иначе «-».

Источник с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r можно заменить на источник тока J с внутренним сопротивлением r и наоборот.

