

1

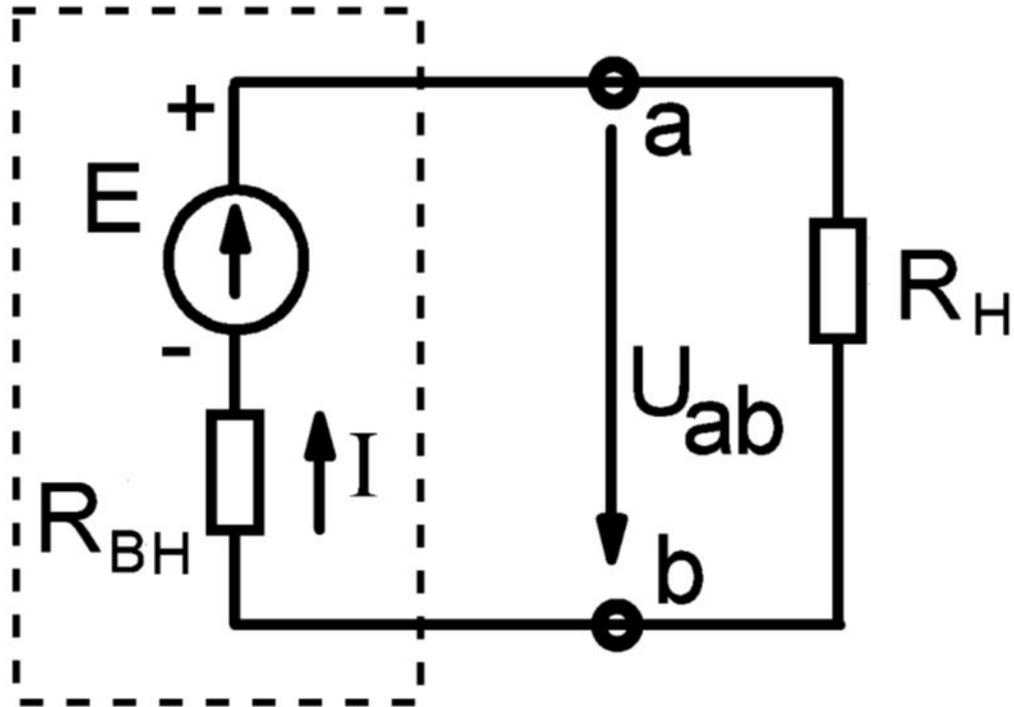
*Основы
Электротехники
и
Электроники*

**СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ
И
ЕЁ ПАРАМЕТРЫ**

3

**СХЕМОЙ ЗАМЕЩЕНИЯ –
НАЗЫВАЮТ СХЕМУ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ,
КОТОРУЮ СОСТАВЛЯЮТ ДЛЯ
РАСЧЕТА РЕЖИМА РАБОТЫ
ЦЕПИ.**

1



5

**ПУНКТИРОМ ОБОЗНАЧЕН
РЕАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ЭДС
(БАТАРЕЯ, АККУМУЛЯТОР)**

6

$$I = \frac{E}{R_{BH} + R_H}$$

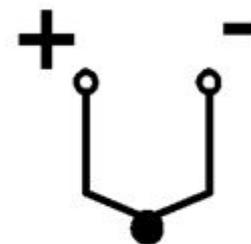
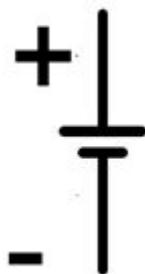
**ПО ЗАКОНУ ОМА ДЛЯ
ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ**

7

$$I \cdot R_{BH} + I \cdot R_H = E$$

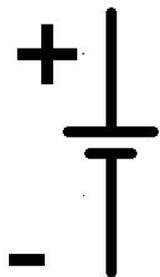
$$U_{ab} = I \cdot R_H = E - I \cdot R_{BH}$$

ИСТОЧНИКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

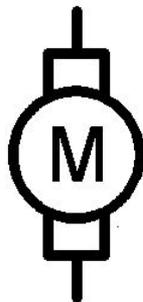


аккумулятор генератор фотоэлемент термопара
батарея

ПРИЕМНИКИ



аккумулятор
зарядка



электро
двигатель

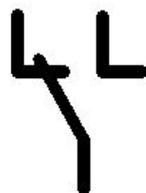


резистор



лампа
накалив.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



выключатель переключатель предо-
хранитель

11



12

**ЕСЛИ $R_{вн} \ll R_n$, ТО ПРИ
ИЗМЕНЕНИИ ТОКА
НАПРЯЖЕНИЕ ОСТАЕТСЯ
НЕИЗМЕННЫМ. $U=E$ - ТАКОЙ
ИСТОЧНИК НАЗЫВАЮТ
ИДЕАЛЬНЫМ**

**ЕСЛИ $R_{вн}$ – ПОСТОЯННО, ТО
ХАРАКТЕРИСТИКА
ИСТОЧНИКА БУДЕТ
ЛИНЕЙНОЙ $U_{ав} = E - R_{вн} \cdot I$**

14

$$\mathbf{T.1} \quad \mathbf{I = 0; U_{aB} = E}$$

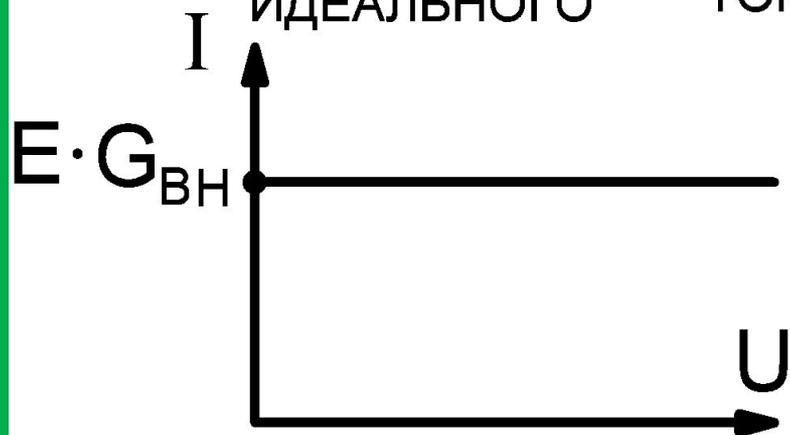
$$\mathbf{T.2} \quad \mathbf{U_{aB} = 0; I = E / R_{BH}}$$

**ИДЕАЛЬНЫМ ИСТОЧНИКОМ
ТОКА –
НАЗЫВАЕТСЯ ИСТОЧНИК,
ПРОВОДИМОСТЬ КОТОРОГО
МАЛА ($G_{вн} \ll G_n$).**

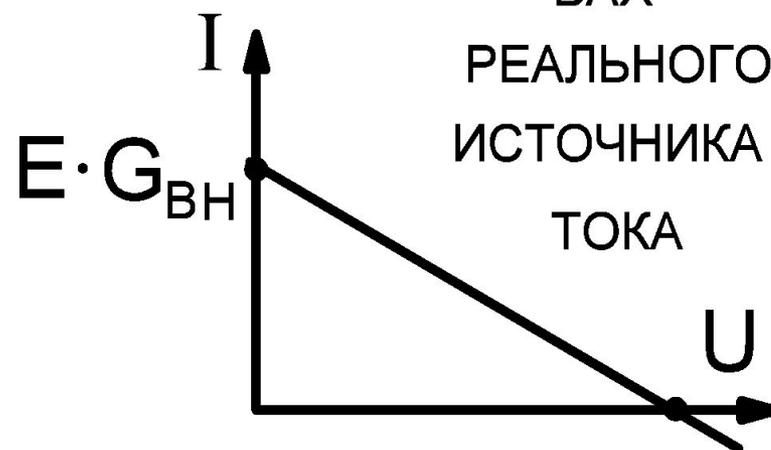
**ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
НАПРЯЖЕНИЯ ТОК
ОСТАЕТСЯ НЕИЗМЕННЫМ**

ВАХ ИСТОЧНИКА

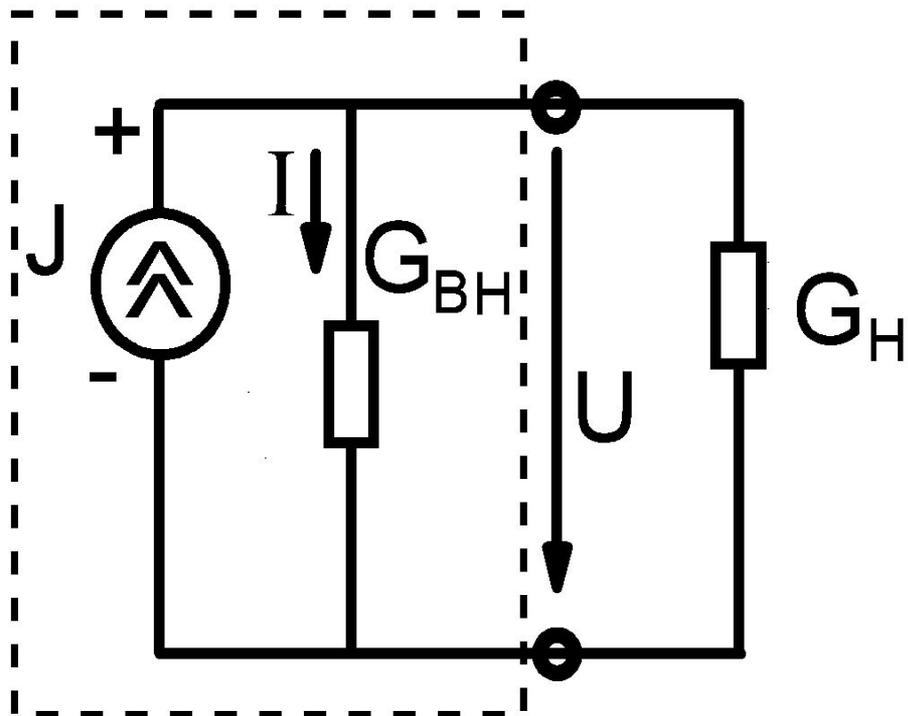
ИДЕАЛЬНОГО ТОКА



ВАХ
РЕАЛЬНОГО
ИСТОЧНИКА
ТОКА

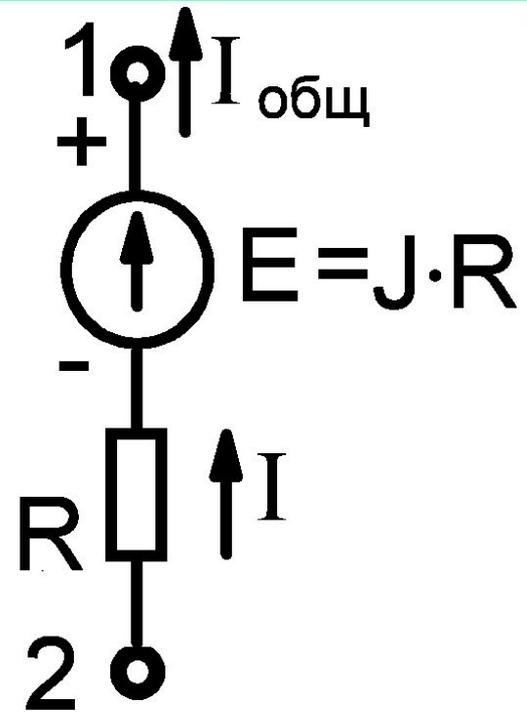
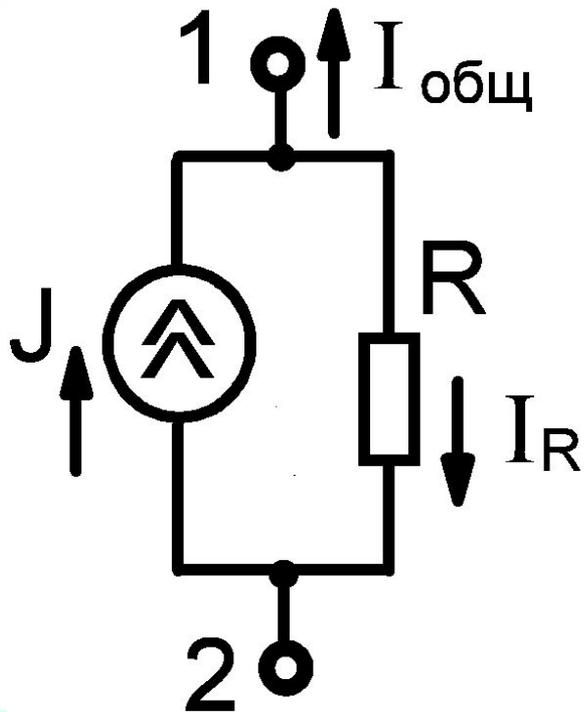


2



19

**ЗАМЕНА ИСТОЧНИКА ТОКА
ИСТОЧНИКОМ ЭДС
ПЕРЕХОД ОТ СХЕМЫ
I К II И НАОБОРОТ**



ПО ФОРМУЛАМ:

$$J - I_{\text{общ}} - I_R = 0 \quad E = J \cdot R$$

$$J = \frac{E}{R_{\text{BH}}} \quad E = \frac{J}{G_{\text{BH}}} = J \cdot R_{\text{BH}} \quad G_{\text{BH}} = \frac{1}{R_{\text{BH}}}$$

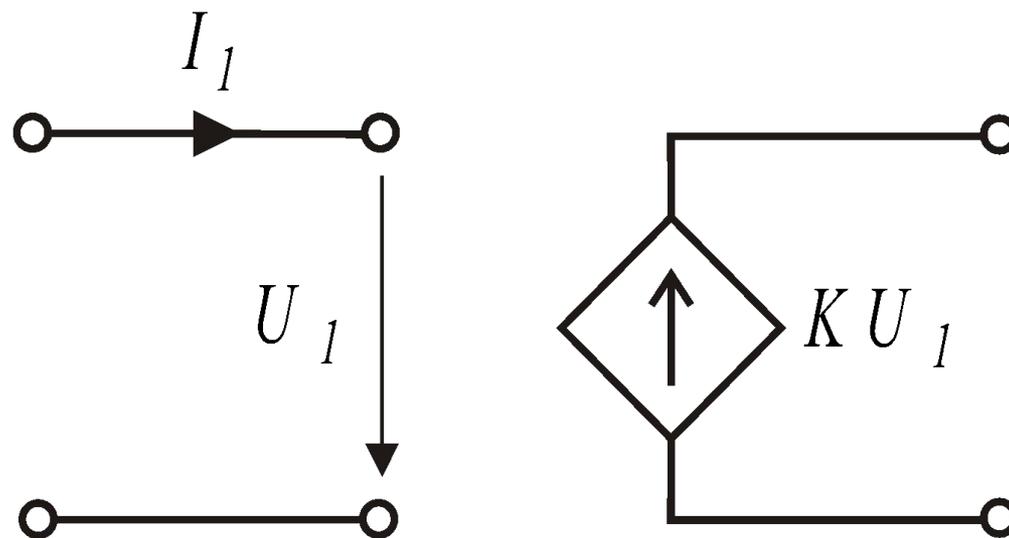
Управляемые источники

Управляемый источник – четырехполюсный резистивный элемент, состоящий из двух ветвей и двух пар выводов: входной и выходной.

Управляемые источники обладают следующими свойствами:

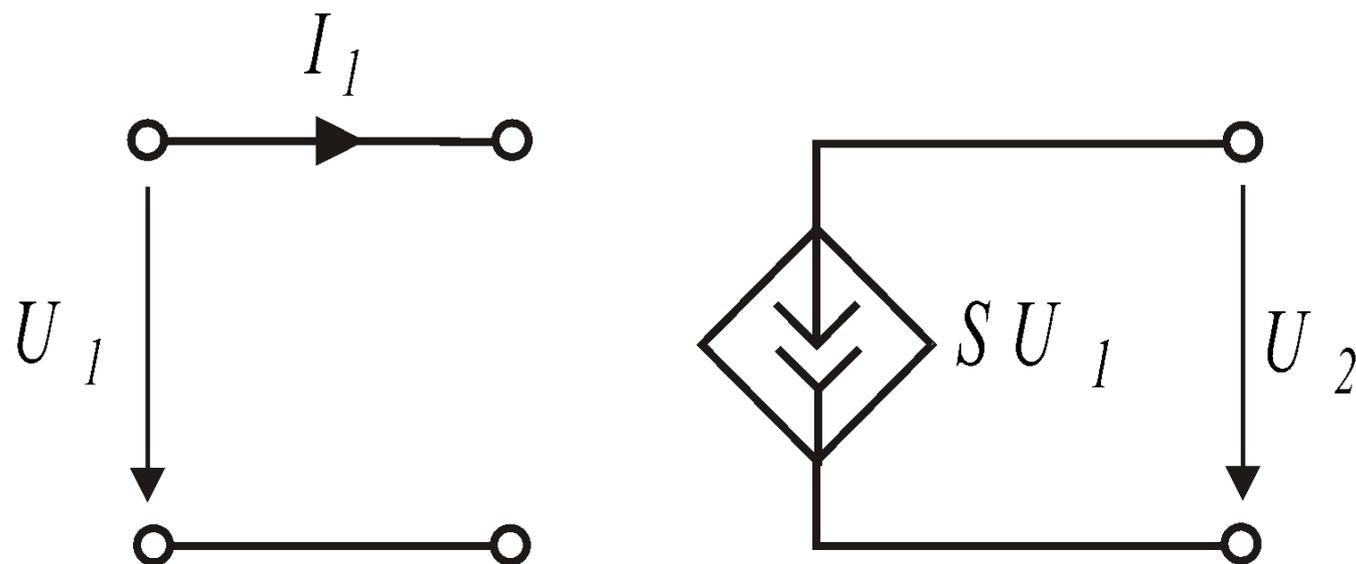
- 1) выходная величина пропорциональна входной.
- 2) выходная величина не влияет на входную.

23 Источник напряжения управляемый напряжением (ИНУН)



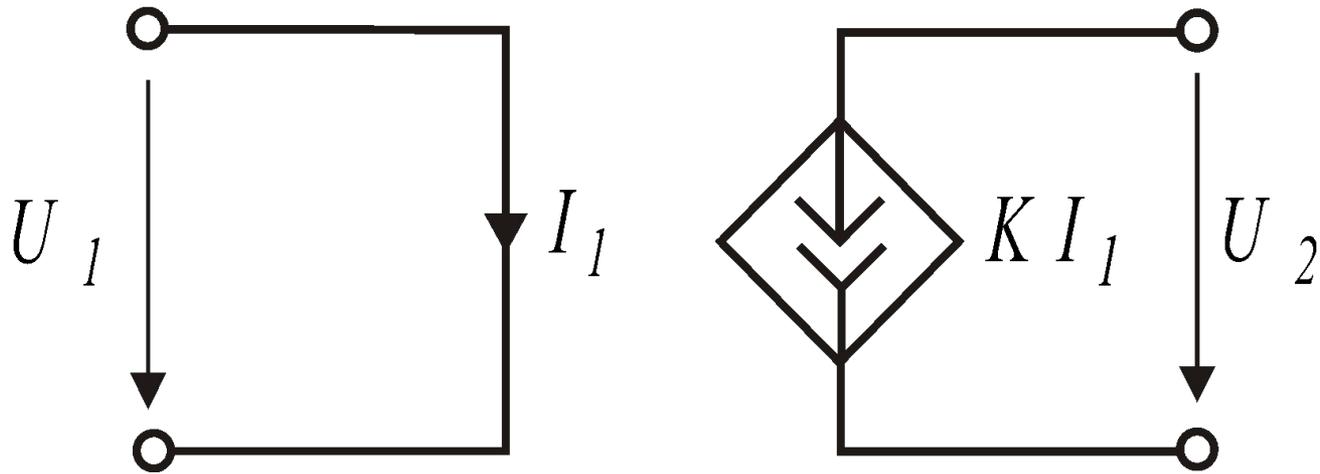
24

Источник тока управляемый напряжением (ИТУН)



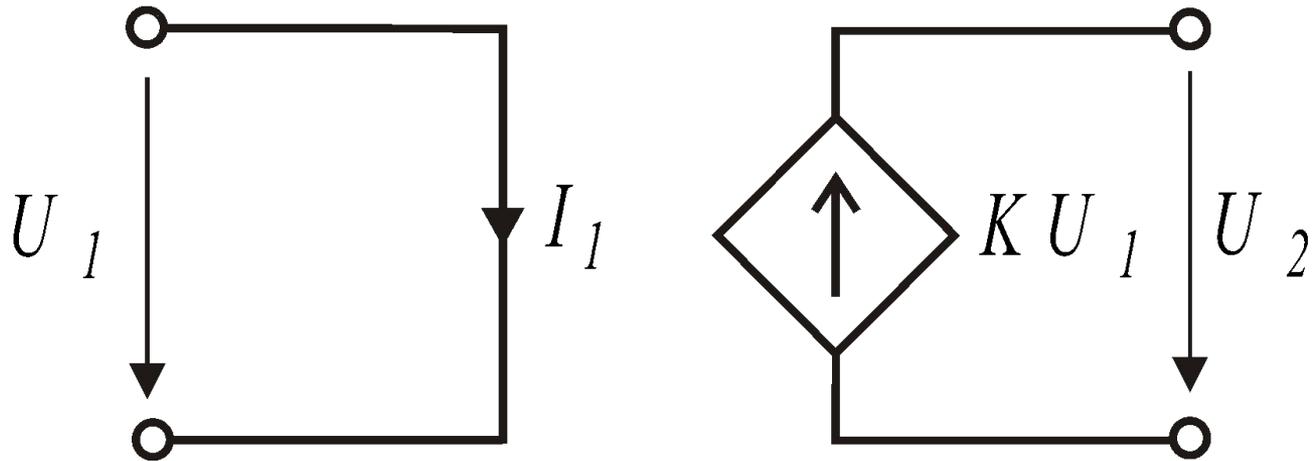
25

Источник тока управляемый током (ИТУТ)



26

Источник напряжения управляемый током (ИНУТ)



**ВАХ ДЛЯ ПРИЕМНИКОВ ЭЛ.
ЭНЕРГИИ**

**ДВА ТИПА : ЛИНЕЙНЫЕ И
НЕЛИНЕЙНЫЕ**

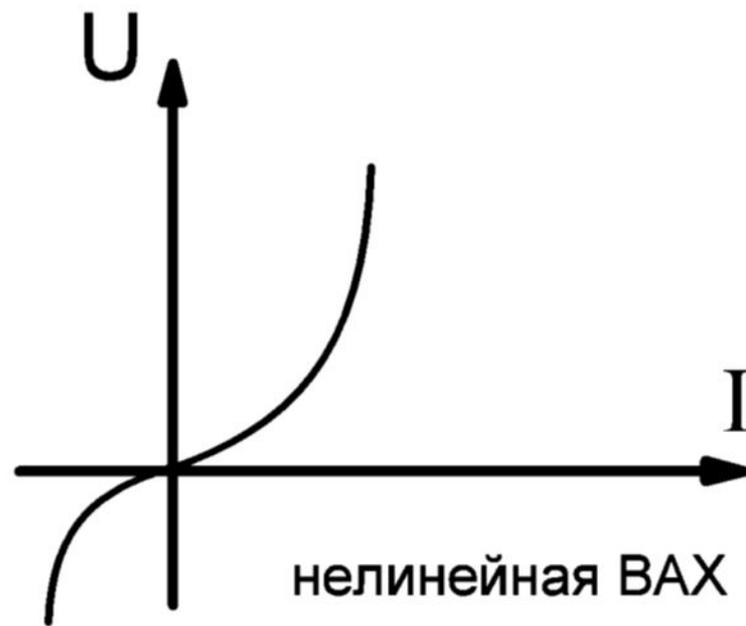
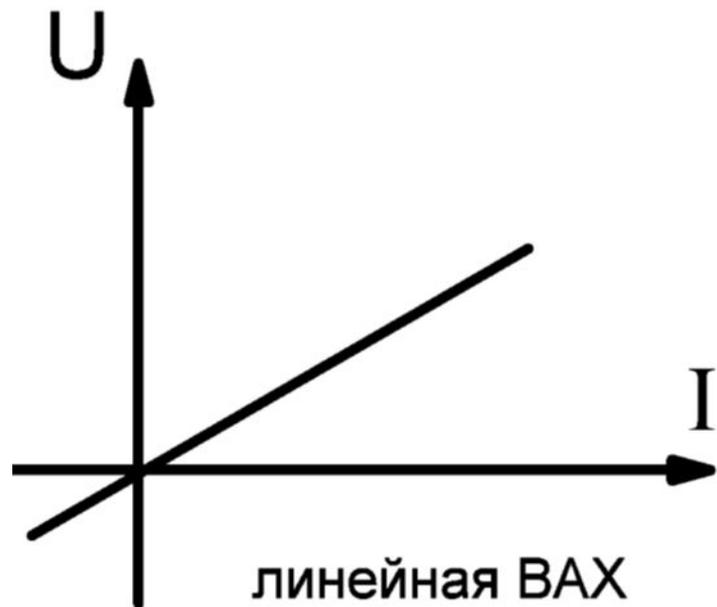
ДВА ТИПА ПРИЕМНИКОВ



линейная ВАХ



нелинейная ВАХ



РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1.ХОЛОСТОГО ТОКА

2.КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

3. СОГЛАСОВАННЫЙ

4. НОМИНАЛЬНЫЙ

1. ТОК ПРИЕМНИКА РАВЕН НУЛЮ

$$I_{\text{пр}} = 0, U_{\text{хх}} = E$$

**2. СОПРОТИВЛЕНИЕ
ПРИЕМНИКА $R_{\text{пр}} = 0$, $U = 0$,
ТОК МАКСИМАЛЬНЫЙ**

$$I_{\text{к}} = \frac{E}{R_{\text{вн}}} = E \cdot G_{\text{вн}}$$

**3. СООТВЕТСТВУЕТ
МАКСИМАЛЬНОЙ
АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
ПАССИВНОГО ПРИЕМНИКА ,**

**Т.Е. КОГДА ВЫПОЛНЯЕТСЯ
УСЛОВИЕ $R_{вн} = R_n$, при этом
МОЩНОСТЬ**

$$\begin{aligned} P_H &= U \cdot I = R_H \cdot I^2 = \\ &= R_H \frac{E^2}{(R_{BH} + R_H)^2} = \frac{E^2}{4R_{BH}} \end{aligned}$$

$$P_{\text{ИСТ}} = E \cdot I = \frac{E^2}{R_{BH} + R_H} = \frac{E^2}{2R_{BH}}$$

**ПОЛОВИНА МОЩНОСТИ
ИСТОЧНИКА**

**ПОЛНАЯ МОЩНОСТЬ
ИСТОЧНИКА**

КПД – КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

$$\eta = \frac{P_H}{P_{\text{ИСТ}}} = \frac{R_H}{R_{\text{ВН}} + R_H} = 0,5$$

**С ТАКИМ НИЗКИМ КПД РАБОТА
НЕ ЭФФЕКТИВНА**

**ЕСЛИ МОЩНОСТЬ P – МАЛА
(НЕСКОЛЬКО МИЛЛИВАТТ) –
ДАТЧИКИ УСТРОЙСТВ
АВТОМАТИКИ.**

**ДАТЧИК ДОЛЖЕН ОТДАВАТЬ
НАГРУЗКЕ МАКСИМАЛЬНУЮ
МОЩНОСТЬ (С НИЗКИМ КПД
МОЖНО НЕ СЧИТАТЬСЯ)**

**4. НОМИНАЛЬНЫЙ РЕЖИМ
– РЕЖИМ РАБОТЫ С
ПАРАМЕТРАМИ
ЗАДАННЫМИ ЗАВОДОМ
ИЗГОТОВИТЕЛЕМ**

БАЛАНС МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

$$P_{\text{ИСТ}} = P_{\text{Н}} + P_{\text{ВН}}$$

**ПО ЗАКОНУ СОХРАНЕНИЯ
ЭНЕРГИИ МОЩНОСТЬ
ИСТОЧНИКА РАВНА СУММЕ
МОЩНОСТЕЙ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ПОТЕРЬ**

- **ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ**
- **МОЩНОСТЬ ПРИЕМНИКА**
- **МОЩНОСТЬ ИСТОЧНИКА**

$$P_{\text{ВН}} = \frac{W_{\text{ВН}}}{t} = U_{\text{ВН}} \cdot I$$

$$P_{\text{Н}} = \frac{W_{\text{Н}}}{t} = U \cdot I$$

$$P_{\text{И}} = \frac{W_{\text{И}}}{t} = E \cdot I$$

**ЕСЛИ ПРИЕМНИК -
НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ**

**W - ЭТО ЭНЕРГИЯ ,
ПРЕОБРАЗУЕМАЯ В ТЕПЛОВУЮ
ЭНЕРГИЮ**

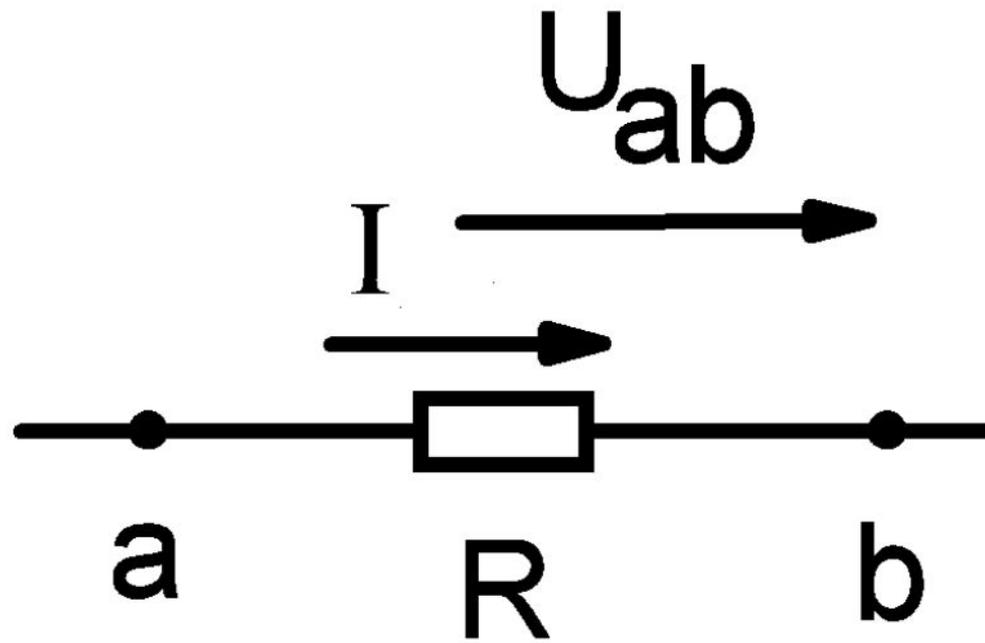
$P_M = \frac{W_M}{t}$ - МЕХАНИЧЕСКАЯ
МОЩНОСТЬ

$P_T = \frac{W_T}{t}$ - ТЕПЛОВАЯ
МОЩНОСТЬ

$P = P_M + P_T$ - СУММАРНАЯ
МОЩНОСТЬ

ЗАКОНЫ ОМА И КИРХГОФА

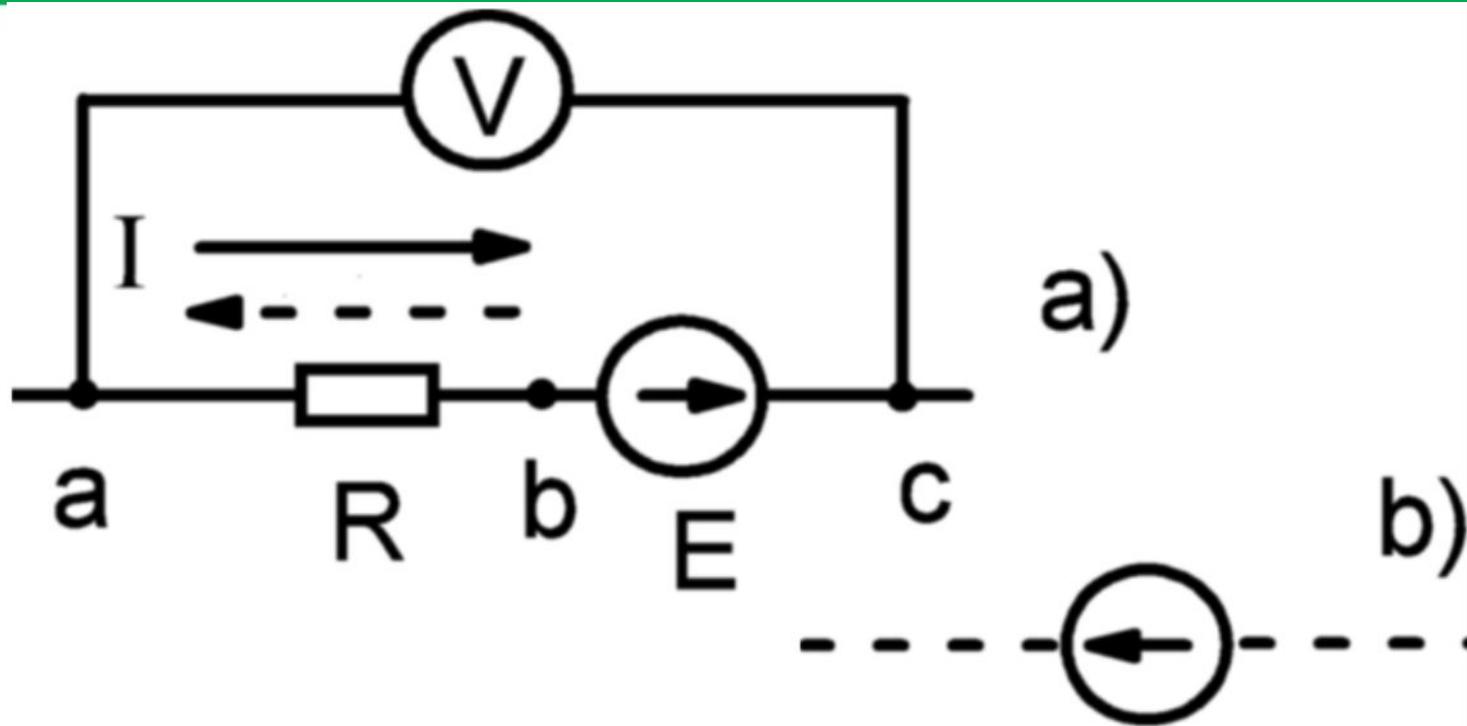
**ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА
ЦЕПИ
НЕ СОДЕРЖАЩЕГО ЭДС**



$$U_{aB} = I \cdot R$$

$$I = \frac{U_{aB}}{R} = \frac{\varphi_a - \varphi_B}{R}$$

**ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА
ЦЕПИ
СОДЕРЖАЩЕГО ЭДС**



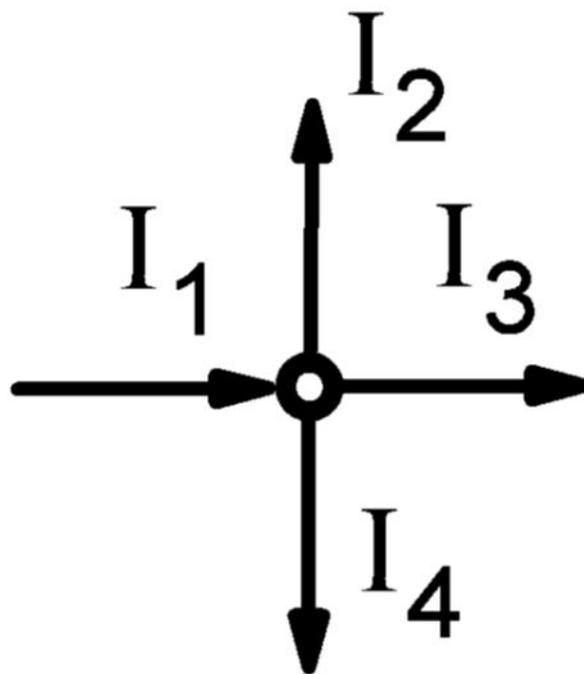
$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c + E}{R} = \frac{U_{ac} + E}{R}$$

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c - E}{R} = \frac{U_{ac} - E}{R}$$

**ВСЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ
ПОДЧИНЯЮТСЯ
ПЕРВОМУ И ВТОРОМУ
ЗАКОНАМ КИРХГОФА**

**СУММА ПОДТЕКАЮЩИХ К
ЛЮБОМУ УЗЛУ ТОКОВ
РАВНА СУММЕ
ОТТЕКАЮЩИХ ОТ УЗЛА
ТОКОВ**

55



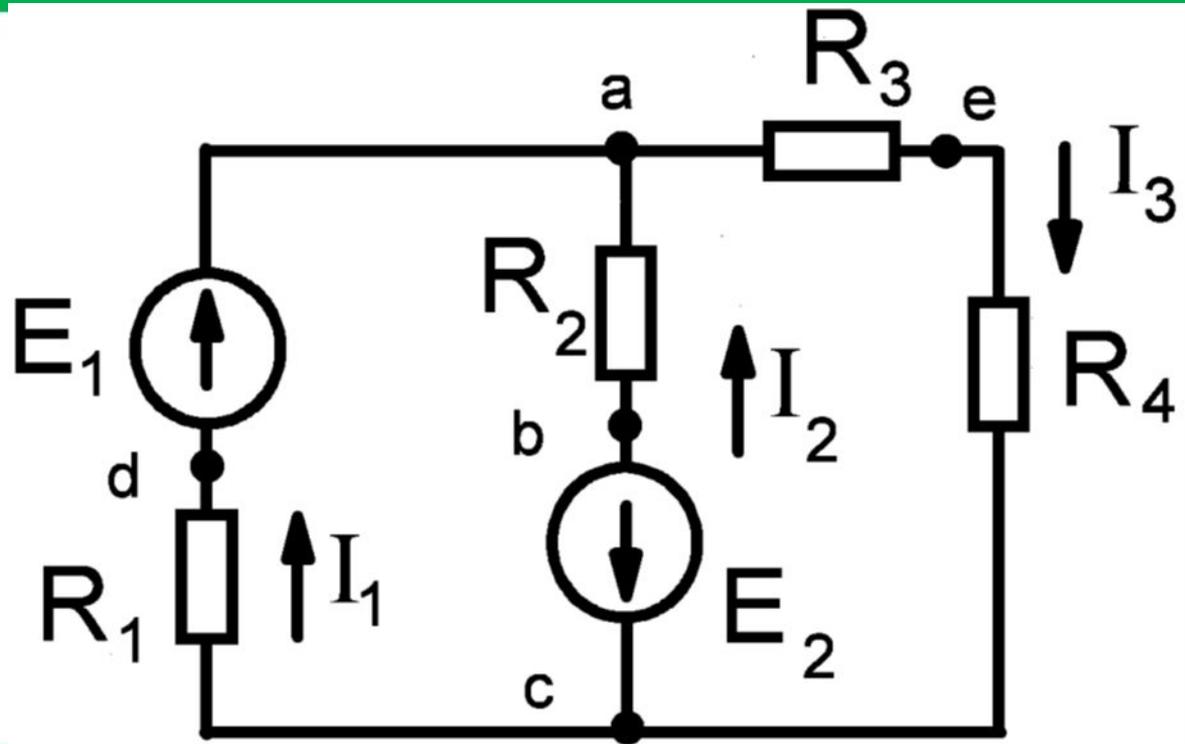
$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\sum_{k=1}^n i_k = 0$$

**АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ СУММА
НАПРЯЖЕНИЙ В ЛЮБОМ
ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ РАВНА
АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ СУММЕ
ЭДС ТОГО ЖЕ КОНТУРА**

$$\sum_{k=0}^n I \cdot R = \sum_{k=0}^n E$$



**РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ ПО
ЗАКОНАМ КИРХГОФА
ПОРЯДОК РАСЧЕТА -
ОПРЕДЕЛЯЕМ:**

- 1. ЧИСЛО ВСЕХ ВЕТВЕЙ « В »**
- 2. ЧИСЛО ВЕТВЕЙ С ИСТОЧНИКАМИ ТОКА «Вит»**
- 3. ЧИСЛО УЗЛОВ «У»**
- 4. ЧИСЛО НЕИЗВЕСТНЫХ ТОКОВ «В – Вит»**

ПРЕДВАРИТЕЛЬНО:

**ПРОИЗВОЛЬНО ВЫБРАТЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ ТОКОВ И ОБОЗНАЧИТЬ ИХ
ВЫБРАТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ОБХОДА КОНТУРОВ
ДЛЯ 2-ГО ЗАКОНА КИРХГОФА
(НАПРИМЕР , ВСЕ ПО ЧАСОВОЙ СТРЕЛКЕ)**

**5. ПО 1-МУ З-НУ К-ФА СОСТАВЛЯЮТ ЧИСЛО
УРАВНЕНИЙ: $(Y - 1)$**

ПО НАШЕЙ СХЕМЕ: $(2 - 1 = 1)$

6. ПО 2-МУ З-НУ К-ФА СОСТ. - $(B - B_{ит})$

**С ВЫЧЕТОМ ЧИСЛА УРАВНЕНИЙ, СОСТАВЛЕННЫХ ПО
1-МУ З-НУ К-ФА, Т.Е.**

$(B - B_{ит}) - (Y - 1)$

ПО НАШЕЙ СХЕМЕ: $(3 - 0) - (2 - 1) = 2$

ПО 1-МУ З-НУ КИР-ФА:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

ПО 2-МУ 3-НУ КИР-ФА:

$$I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = E_1 + E_2$$

$$I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + I_3 \cdot R_4 = -E_2$$

КОНЕЦ