



ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Кафедра «Загальна електротехніка»

Професор, д-р техн. наук
Болюх Володимир Федорович

<https://web.kpi.kharkov.ua/ze/uk/literatura/>

1. Болюх В. Ф. **Основи електротехніки, електроніки та мікропроцесорної техніки** : навч. посібник / В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров ; ред. В. Г. Данько ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : Планета-Прінт, 2019. – 248 с.
2. Болюх В.Ф., Бондарук П.А., Коритченко К.В., Марков В.С., Поляков І.В., Шпінда Є.М **Електротехніка та електромеханіка**: Навчальний посібник – Харків: ВІТВ НТУ «ХПІ». – 2020. – 352 с.
3. **Збірник задач з електротехніки**: збірник задач / В. Ф. Болюх, К. В. Коритченко, В. С. Марков та інш.; за ред. В. Ф. Болюха. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 196 с
4. **Розрахунок електричних кіл та електротехнічних пристроїв** : навч. посібник/ В.Ф. Болюх, К.В. Коритченко, В.С. Марков, І.В. Поляков. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 288 с.
5. **Lectures on electrical engineering/** Text of lectures for students./ Volodymyr Boliukh, Kostyantyn Korytchenko, Vladyslav Markov and others., – Kharkiv, NTU«KhPI», 2023. – 272 p.

Електротехніка – галузь науки і техніки, яка пов'язана з практичним використанням електроенергії, що включає її виробництво, передачу, розподіл і споживання.

Носієм електроенергії є електромагнітне поле, створюване електричним струмом у провіднику.

Електромагнітне поле це є різновид матерії, який характеризується двома її сторонами – електричним полем і магнітним полем, і завдає силової дії на заряджені частинки, що залежить від їх швидкості і заряду.

Переваги електроенергії перед іншими видами енергії:

універсальність, тобто можливість отримання злюбих інших видів енергії (хімічної, механічної, теплової, сонячної, ядерної та ін.) та, навпаки, можливість перетворення влюбий другий вид енергії;

можливість економічної передачі (зі швидкістю світла) на практично необхідну відстань, розподіл та споживання влюбій кількості;

надійність, відносна простота обслуговування, постійна готовність до дії;

екологічність та високі техніко-економічні показники електричних машин та апаратів електроустаткування;

можливість на базі електрифікації повної механізації та автоматизації виробництва.

Особливістю електроенергії є те, що вона не накопичується у вигляді готової продукції. Її виробництво електричними генераторами, передача за допомогою електричних мереж та споживання приймачами здійснюються роздільно, але одночасно. Це нерозривний та безперервний процес перетворення одних видів енергії в інші.

Електричні кола постійного струму та їх структура

Електричне коло – це сукупність пристроїв та об'єктів, утворюючих шлях для електричного струму і призначених для отримання, передачі та перетворення електричної енергії, електромагнітні процеси в яких можуть бути описані за допомогою понять електрорушійної сили (ЕРС), струму та напруги.

Елементи електричного кола :

1. джерела електроенергії (генератори, гальванічні елементи, термопари, батареї, фотоелементи та ін.);
2. споживачі електроенергії (електродвигуни, нагрівачі, лампи розжарювання, та ін.);
3. лінії зв'язку або електропередачі (двох-, трьох- чотирьохпровідні);
4. перетворювачі електроенергії (трансформатори, випрямлячі, інвертори);
5. комутаційна апаратура (ключі, контакти, захисна апаратура);
6. вимірювальні пристрої

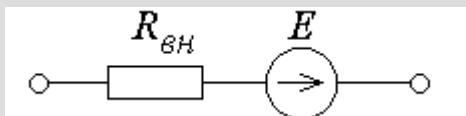


Схема заміщення джерела ЕРС

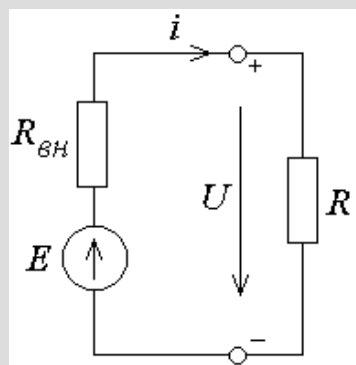


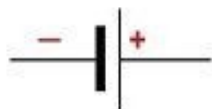
Схема електричного кола постійного струму

Сила струму I в електричному колі визначається кількістю електричного заряду q , що тече через переріз провідника за одну секунду:

$$I = \frac{q}{t}$$

Условное обозначение элементов электрической цепи

источники
тока



гальванический
элемент



батарея

потребители



лампочка

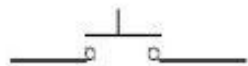


звонил

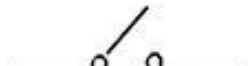


резистор

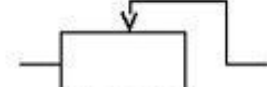
управляющие
элементы



кнопка



ключ



реостат

| | |
|---------------------------------|--|
| Выключатель | |
| Кнопочный выключатель | |
| Электрическая лампа накаливания | |
| Предохранитель | |
| Катушка | |
| Катушка с железным сердечником | |
| Амперметр | |

Лампочка



Элемент № 8

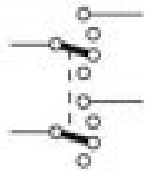
Выключатель



Насос/
двигатель



Множительный
выключатель



Заземление



Гнездо



Предохранитель



Датчик



Резистор



Диод



Переменный
резистор



Разделение
провода



Соединение



Соленоид

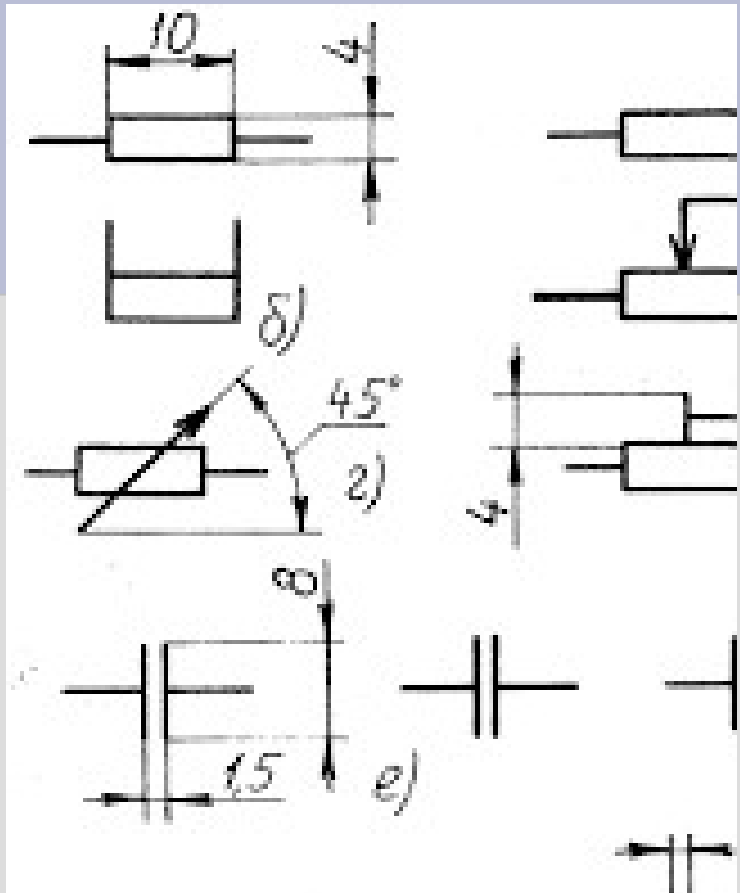


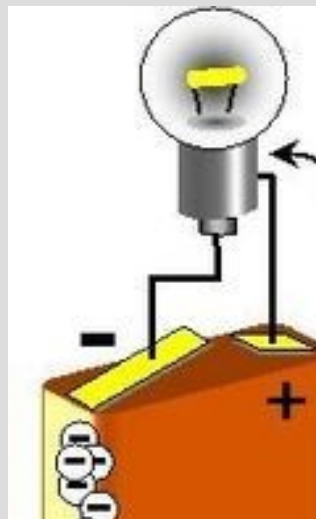
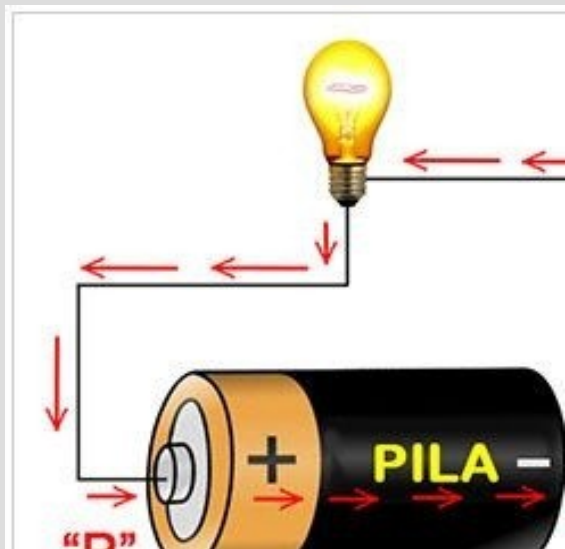
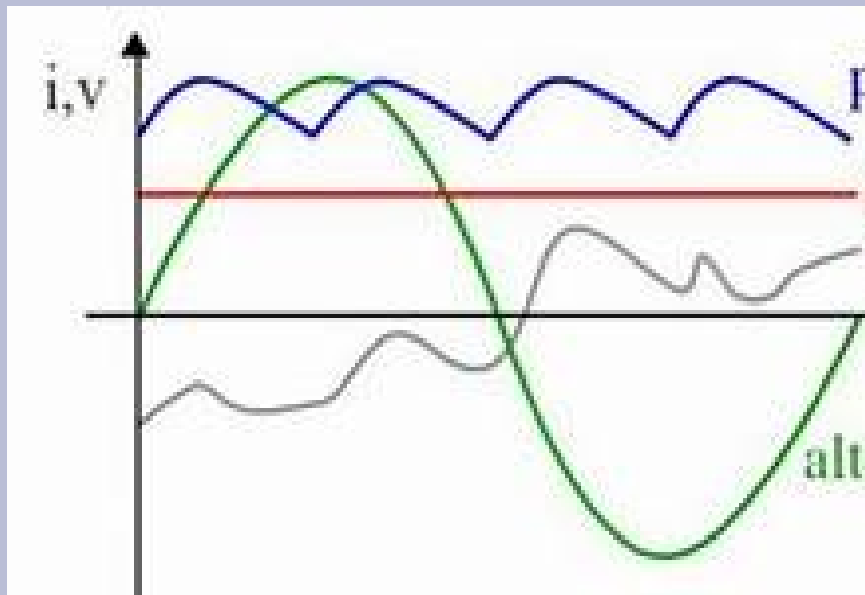
Экранированный кабель

Пунктирная рамка
обозначает большой э

T8b/4 - иденти
фикации
соединения

30 - иденти
фикации
клеммы





Постійні значення електричних величин електричних кіл позначають прописними літерами:
струм I , ЕРС E , напруга U , потужність P .

Змінні значення електричних величин позначають рядковими літерами:
струм i , ЕРС e , напруга u , потужність p .

Якщо значення струму в електричному колі непостійне, змінюється у часі, то миттєве значення струму визначається виразом

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Схема заміщення електричного кола.

Умовно-позитивні напрямки електричних величин

Закон Ома

На пасивній ділянці електричного кола (без ЕРС), струм I пропорційний напрузі U

$$I = GU = \frac{U}{R}$$

$G = \frac{1}{R}$ – провідність ділянки електричного кола. Провідність вимірюється в сименсах (См).

Закон Ома для повного кола враховує всі опори кола та його ЕРС

$$I = \frac{E}{R_{\text{вн}} + R}$$

Падінням напруги або просто напругою U на певній ділянці кола називається величина, яка чисельно дорівнює роботі, що здійснюється електричним полем при переміщенні одиничного позитивного заряду (від плюса до мінуса).

$$U = I \cdot R$$

Джерела ЕРС та джерела струму

У **джерела ЕРС** внутрішній опір малий і напруга на його затисках при змінюванні струму від 0 до $I_{НОМ}$ змінюється незначно

$$E = IR_{вн} + IR = IR_{вн} + U$$

$$U = E - IR_{вн}$$

До **джерел струму** відносять джерела електроенергії з великим внутрішнім опором, в яких струм у колі слабо залежить від напруги на приймачі при його змінюванні від 0 до номінального значення.

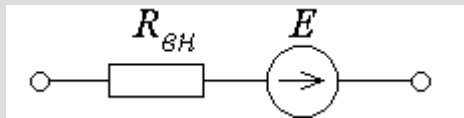


Схема заміщення джерела ЕРС

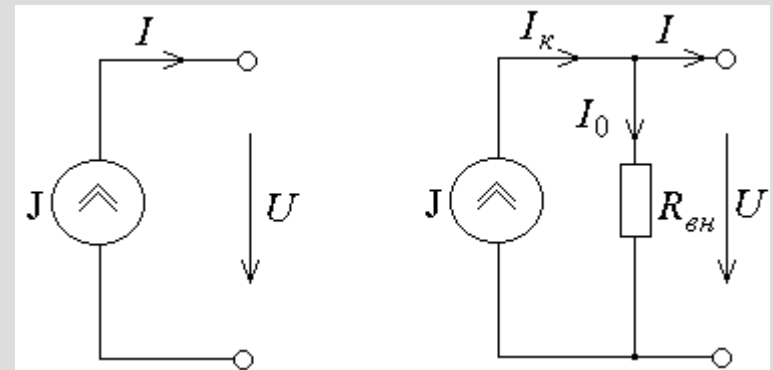
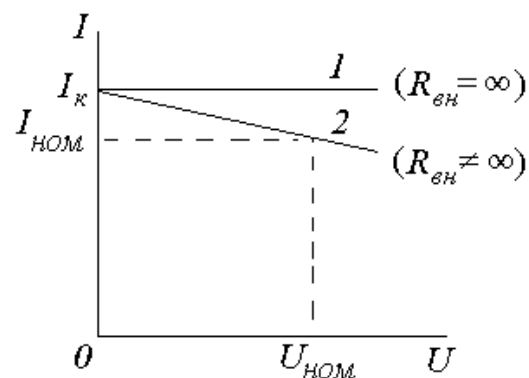
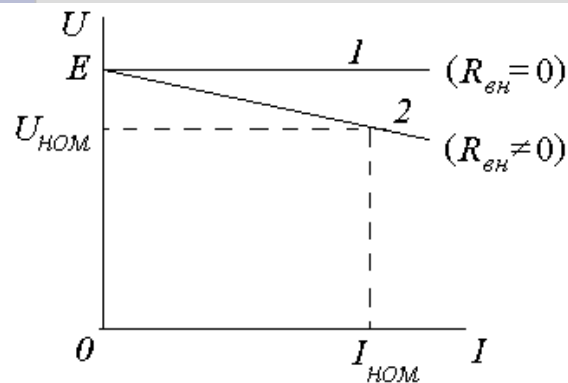


Схема заміщення ідеального (а) і реального (б) джерела струму



Зовнішні характеристики джерел ЕРС (а) і джерел струму (б):
1 – ідеального; 2 – реального

Електротехнічні матеріали

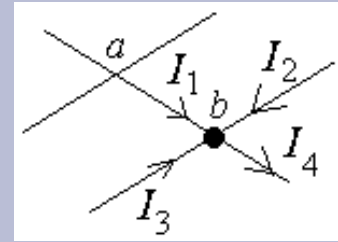
В електротехніці широко використовуються провідникові, ізоляційні, напівпровідникові та магнітні (ферромагнітні) матеріали.



1-й закон Кірхгофа: алгебраїчна сума струмів у вузлі дорівнює нулю

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

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$



Вузол – це точка електричного кола, в якій з'єднані не менше 3-х віток. Вузол на схемі позначається жирною точкою.

Вітка – це ділянка електричного кола, де всі елементи з'єднані послідовно, тобто по ним тече один струм.

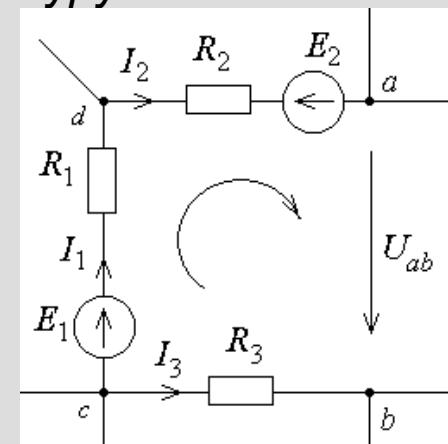
Будь-який замкнений путь, що проходить кількома ділянками, називається **контуром** електричного кола.

2-й закон Кірхгофа: алгебраїчна сума ЕРС, діючих вздовж будь-якого замкненого контуру розгалуженого електричного кола, дорівнює алгебраїчній сумі падінь напруг в усіх ділянках цього контуру

$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m I_k R_k$$

Для складання рівняння за 2-м законом Кірхгофа необхідно:
 обрати додатний напрям струмів;
 обрати додатний напрям обходу контуру

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + U_{ab} - I_3 R_3$$



Ділянка електричного кола постійного струму

Енергетичний баланс електричного кола

За законом збереження енергії:

Кількість тепла, що виділяється в опорах споживачів за одиницю часу, має дорівнювати кількості енергії, що за той самий час віддають джерела живлення.

$$\sum_{k=1}^n E_k I_k = \sum_{k=1}^m I_k^2 R_k$$

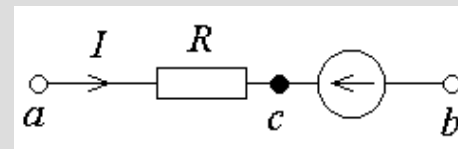
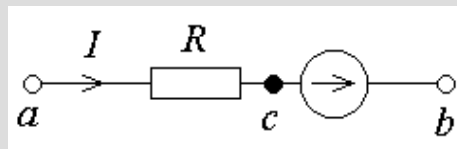
Закон Джоуля-Ленца: Визначає кількість електричної енергії W , перетвореної у теплову на ділянці кола з опором R за час t

$$W = R \cdot I^2 t$$

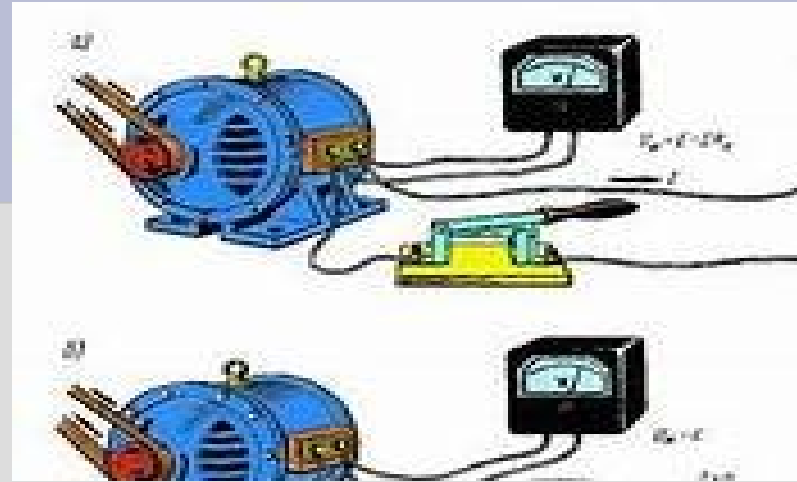
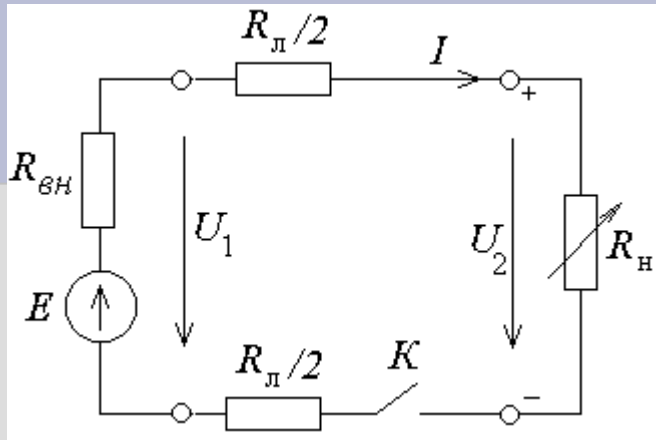
$$P = \frac{W}{t}$$

$P = I_k^2 R_k$ – за законом Джоуля-Ленца – це потужність, яку споживає опір R_k .
 $E_k I_k$ – потужність джерела.

Алгебраїчна сума потужностей усіх джерел енергії дорівнює арифметичній сумі потужностей усіх приймачів.



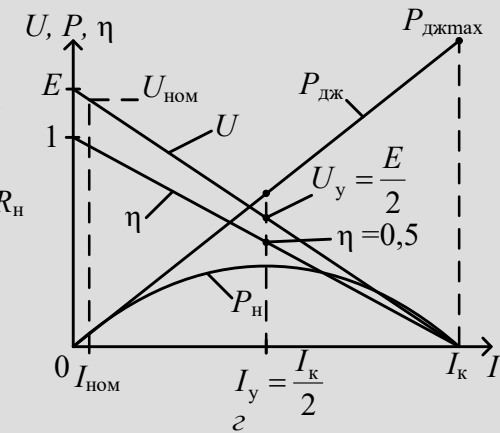
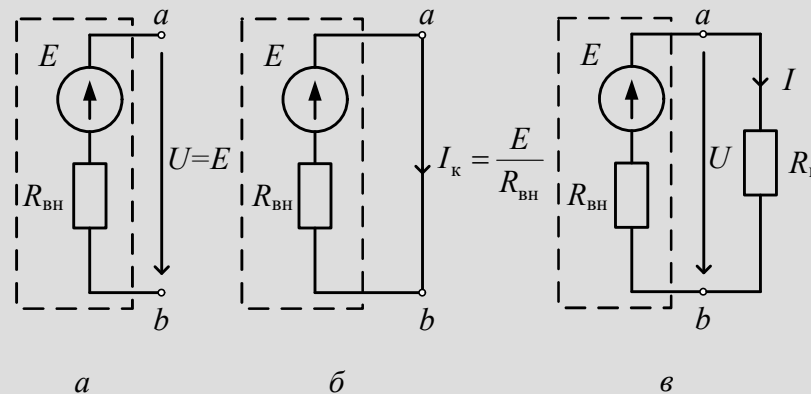
Режими роботи електричного кола



Номинальний – це режим, в якому усі елементи електричного кола за нормальними умовами навколишнього середовища можуть виконувати своє функціональне призначення досить тривалий час із заданою надійністю. Режим характеризують номінальні: напруга $U_{\text{НОМ}}$, струм $I_{\text{НОМ}}$, потужність $P_{\text{НОМ}}$ і ККД $\eta_{\text{НОМ}}$, які вказані у паспорті або на щитку пристрою.

$$I = \frac{E}{R_{\text{аі}} + R_{\text{е}} + R_i} \quad U = E - I(R_{\text{аі}} + R_{\text{е}}) \quad P_2 = I^2 R_i = \frac{E^2 R_i}{(R_{\text{аі}} + R_{\text{е}} + R_i)^2} \quad P_1 = EI = \frac{E^2}{R_{\text{аі}} + R_{\text{е}} + R_i}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_i}{R_{\text{аі}} + R_{\text{е}} + R_i}$$



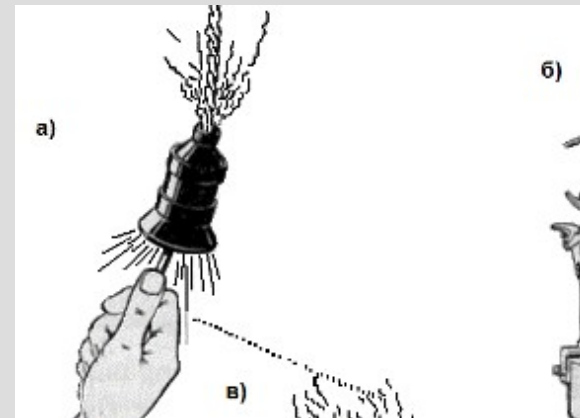
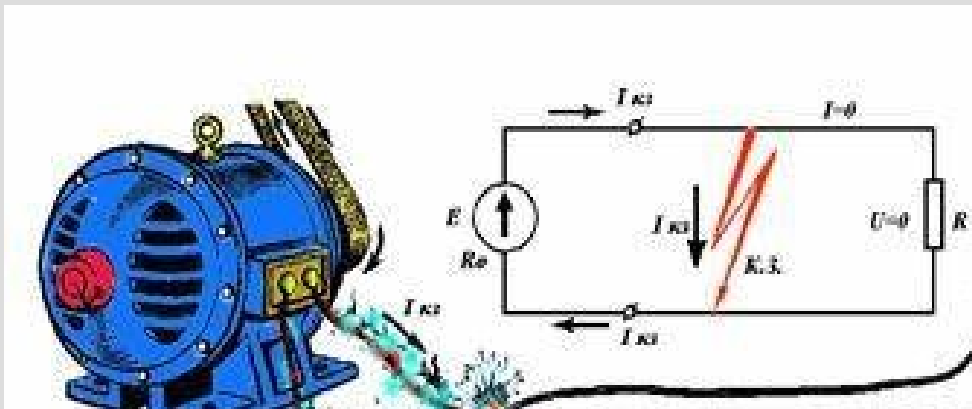
Неробочий хід (НХ) – це режим, в якому електричне коло розірване і струм відсутній $I = 0$

$$U_1 = U_2 = E.$$

Коротке замикання (КЗ) – це режим, в якому опір приймача наближається до нуля, або провідником замкнуті його полюси, а також коли замкнуті провідники лінії або полюси джерела.

напруга приймача $U_2 = 0$, струм $I_{кз} \gg I_{ном}$.

$$I_k = \frac{U_1}{R_{\Sigma}} = \frac{E}{R_{ai} + R_e}$$



Узгодженим називають режим, в якому потужність, яку віддає джерело у зовнішнє коло, є максимальною, якщо змінною величиною є опір приймача. Режим є можливим при певних значеннях опору приймача R_H .

$$R_i = R_{ai} + R_e$$

При цьому ККД $\eta = 0,5$, а струм $I_y = 0,5 I_{кз} \gg I_{ном}$.

Thanks for your attention