

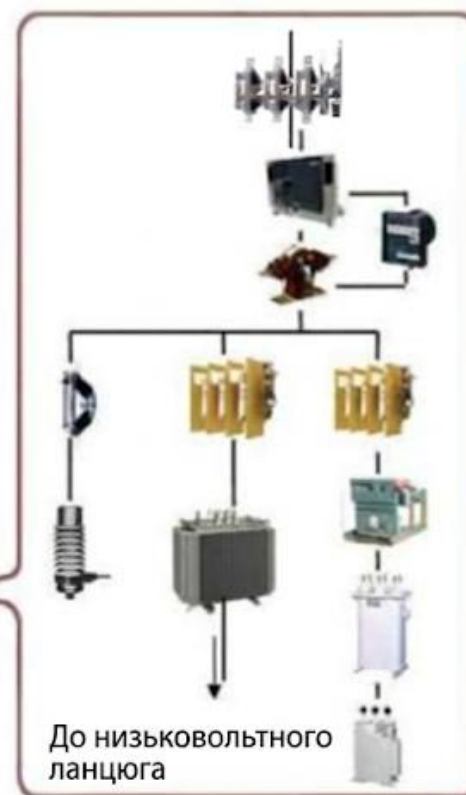
Обладнання заводської автоматизації для початківців (Обладнання для керування розподілом електроенергії)

Мета цього курсу — за короткий час надати загальне уявлення про обладнання для розподілу та керування електроенергією для осіб, які є новачками в цій галузі.

Цей курс створений для того, щоб ви отримали базові знання, необхідні для використання обладнання Mitsubishi для розподілу та керування електроенергією, подібного до того, що показано нижче.

Зміст цього курсу базується на стандартах систем розподілу електроенергії, що використовуються в Японії.

Стандарти електричної напруги або струму відрізняються залежно від країни, тому вам слід розглядати цей документ лише як навчальний довідковий матеріал.



Цей курс складається із зазначених нижче розділів.
Рекомендується починати з розділу 1.

Розділ 1 - Основи електрики

У цьому розділі ви отримаєте базове розуміння електрики.

Розділ 2 - Від електростанції до споживача

У цьому розділі розглядається, як електроенергія передається та стає доступною для споживачів.

Розділ 3 - Обладнання для розподілу та керування електроенергією

У цьому розділі ви отримаєте широке розуміння обладнання для розподілу та керування.

У цьому розділі ви отримаєте базові знання про електрику, необхідні для використання обладнання для розподілу та керування електроенергією.

Зміст навчального матеріалу Розділу 1

- 1.1 Що таке електрика?
- 1.2 Закон Ома (Зв'язок між напругою, струмом та опором)
- 1.3 Постійний струм та змінний струм
- 1.4 Основні елементи кіл змінного струму
- 1.5 Про електричну потужність та коефіцієнт потужності
- 1.6 Електрична потужність та електрична енергія в однофазних колах
- 1.7 Електрична потужність та електрична енергія у трифазних колах

Коли ми говоримо про електрику, що саме ми маємо на увазі? Ми всі знаємо про напругу 100 вольт і струм 10 ампер, але важко пояснити словами, що це означає.

Електрику легше зрозуміти, якщо розглянути її на прикладі води.

Напруга

Якщо розглядати воду, то тиск води (водяний тиск) еквівалентний тиску електрики (електричній напрузі).

Сила виштовхування води стає більшою зі збільшенням тиску води, і так само сила, що створює струм, стає більшою зі збільшенням тиску електрики (електричної напруги).

Цей тиск електрики (напруга) вимірюється в одиницях **вольт [V]**, і напруга виражається як 100 V, 200 V і так далі.

Електричний струм

Потік води називається течією (потокотом води), а потік електрики називається електричним струмом.

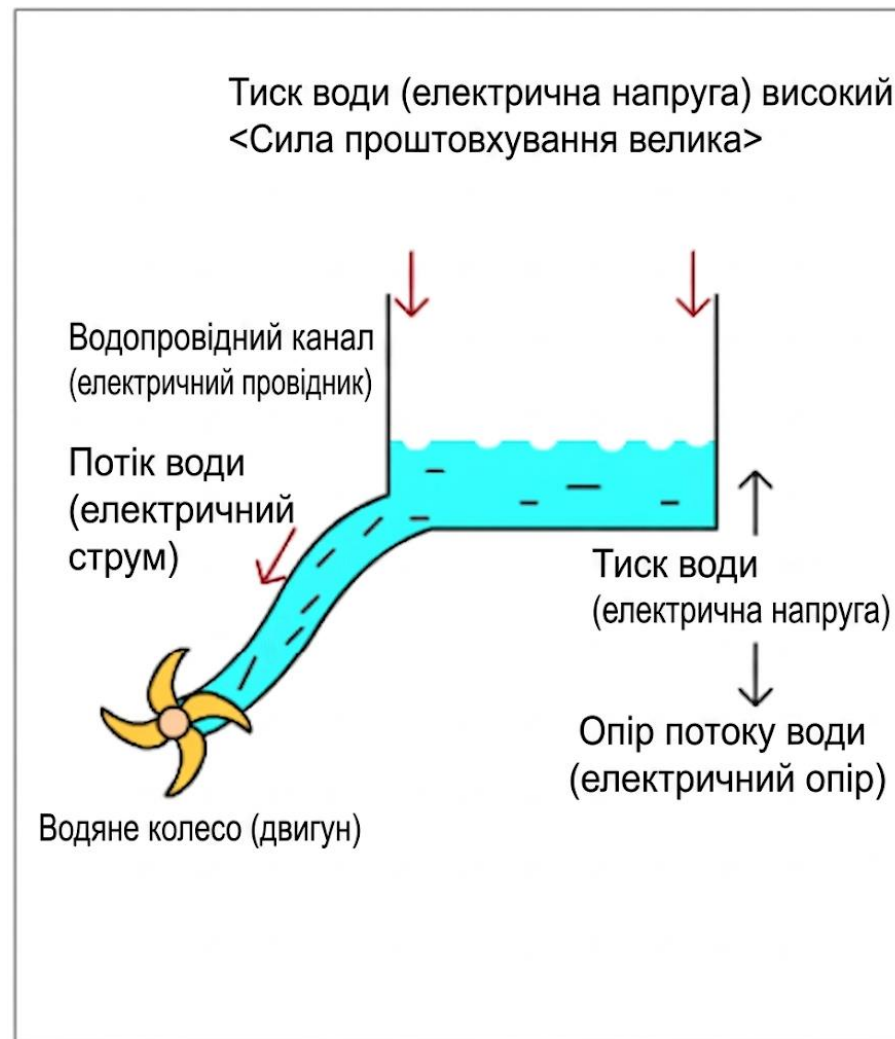
Як і у випадку з водою, електричний струм завжди тече від високого потенціалу до низького.

Одиницею вимірювання електричного струму є **ампер [A]**.

Опір

Якщо водопровідна труба вузька або вкривається водоростями, плавному потоку води створюється перешкода (опір). Подібно до цього, перешкода, яка блокує потік електрики, називається електричним опором.

Одиницею вимірювання електричного опору є **ом [Om]**.



В електричному колі прикладання напруги до опору (навантаження) забезпечує протікання електричного струму. Величина цього струму прямо пропорційна напрузі та обернено пропорційна опору.

Це твердження називається «**законом Ома**».

Його можна подати такою формулою:

$$I = \frac{E}{R} [A]$$

У цьому рівнянні:

I : Електричний струм [A]

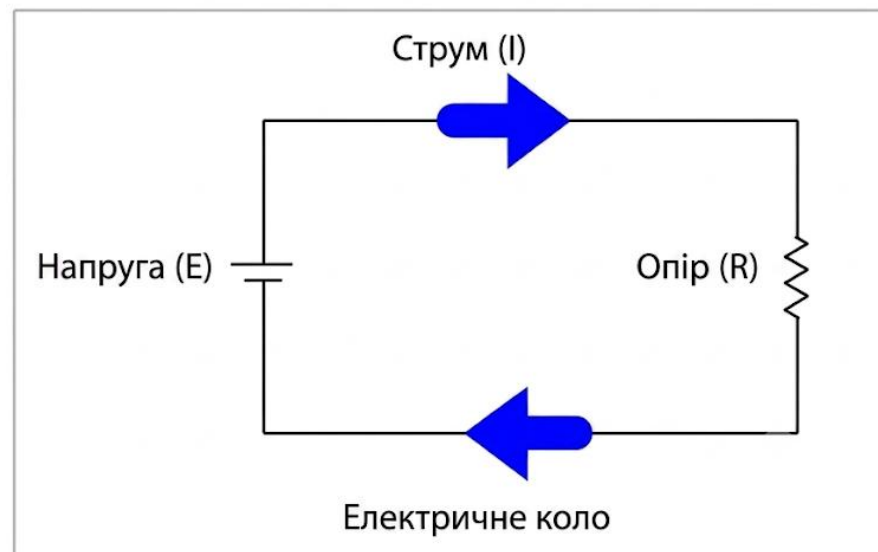
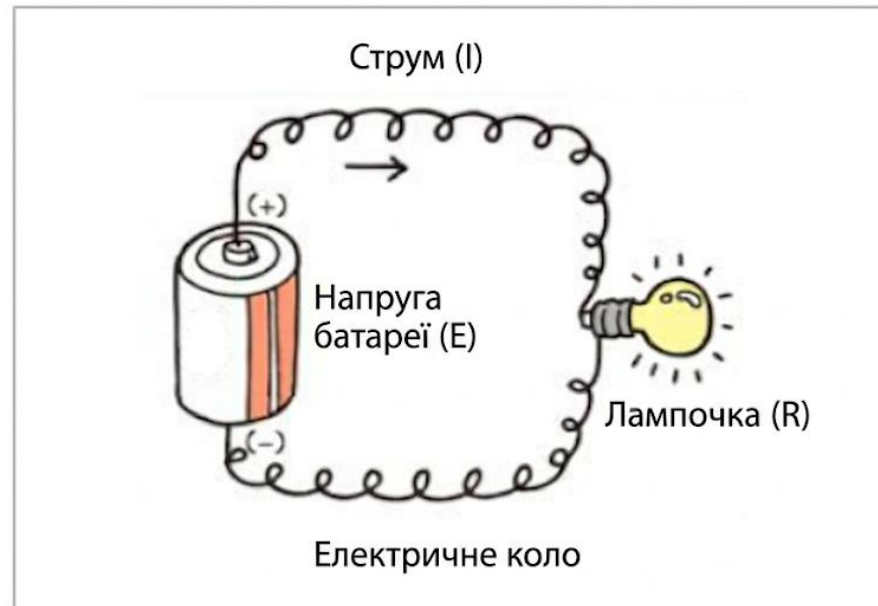
E : Електрична напруга [В]

R : Електричний опір [Ом]

Перетворивши наведене вище рівняння, отримуємо

$$E = I \times R [V]$$

Як показують наведені вище рівняння, струм зростає зі збільшенням напруги, і так само струм зростає зі зменшенням опору.



Постійний струм (Рисунки з 1 по 3)

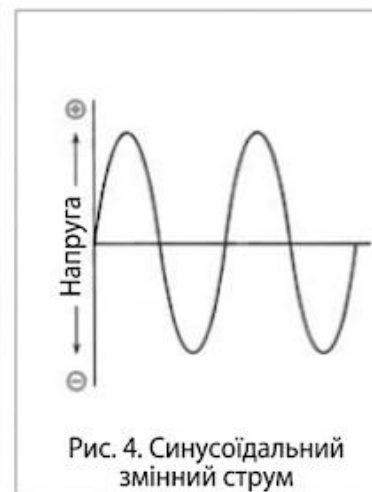
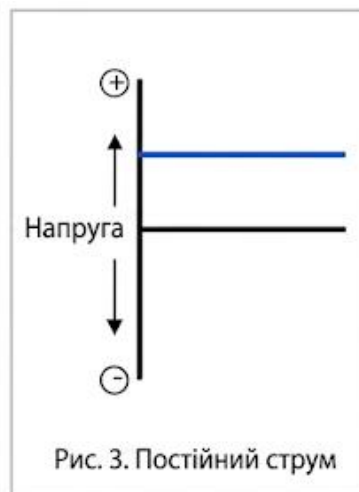
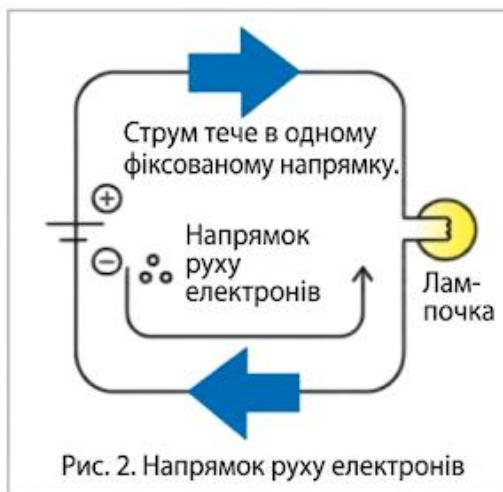
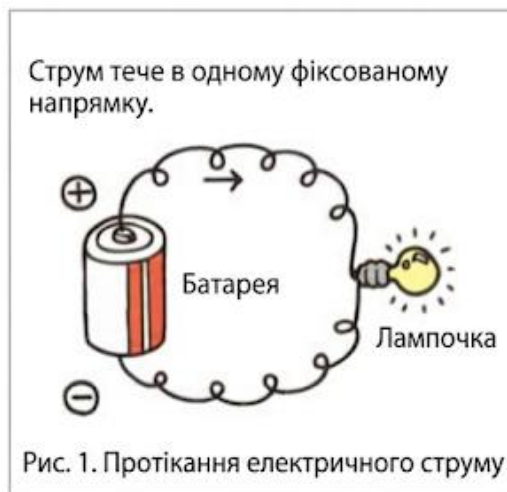
Найвідомішим прикладом джерела постійного струму є суха батарейка. Вона має позитивний (+) та негативний (-) полюси (клеми), і електрика від джерела живлення завжди тече лише в одному напрямку.

Коли батарейка підключена до лампочки, струм завжди тече від клеми «+» і повертається до клеми «-». Такий напрямок було прийнято тоді, коли природа електрики ще не була добре вивчена. Насправді ж електрони, які мають негативний (-) електричний заряд, рухаються у зворотному напрямку.

Змінний струм

Змінний струм змінює свій напрямок і величину з плином часу.

На рисунку 4 показано змінний струм, який створюється електричним генератором і називається синусоїдальним змінним струмом. Змінний струм, який ми зазвичай маємо на увазі, є саме таким синусоїдальним змінним струмом.



Частота (Frequency)

Частота означає кількість періодів, які повторює змінний струм за одну секунду. Частота 50 Гц означає, що струм по черзі змінює напрямок свого протікання 50 разів на секунду, як показано на малюнку праворуч.

Ефективне (діюче) значення (Effective Value)

Оскільки напруга E змінного струму змінюється з часом, виникає проблема: не зовсім очевидно, яке саме значення точно відповідає напрузі 100 вольт. Зазвичай таке значення виражається через ефективне значення енергії, яке виділяло б таку ж саму роботу у випадку постійного струму.

Ефективне значення синусоїдального змінного струму становить:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

де E — ефективне значення, а E_m — максимальне значення.

Загалом, напруга 100 вольт вказує на ефективне значення, а максимальне значення E_m змінного струму дорівнює:

$$E_m = 100 \text{ V} \times \sqrt{2} = 100 \text{ V} \times 1.41 = 141 \text{ V}$$

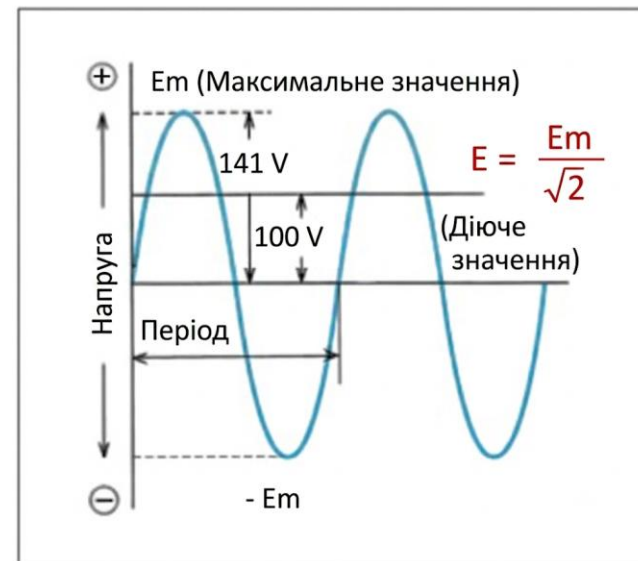
Примітка

Ефективне значення змінного струму розраховується як «квадратний корінь із середнього значення квадрата миттєвого значення за 1 період».

Ми називаємо ефективне значення «rms» (середньоквадратичне), що утворено від перших літер англійських слів Root (корінь), Mean (середнє) та Square (квадрат).

Наведене вище ефективне значення E можна розрахувати за наступною формулою, використовуючи миттєве значення $e = E_m \sin \omega t$.

$$E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 \cdot dt}$$



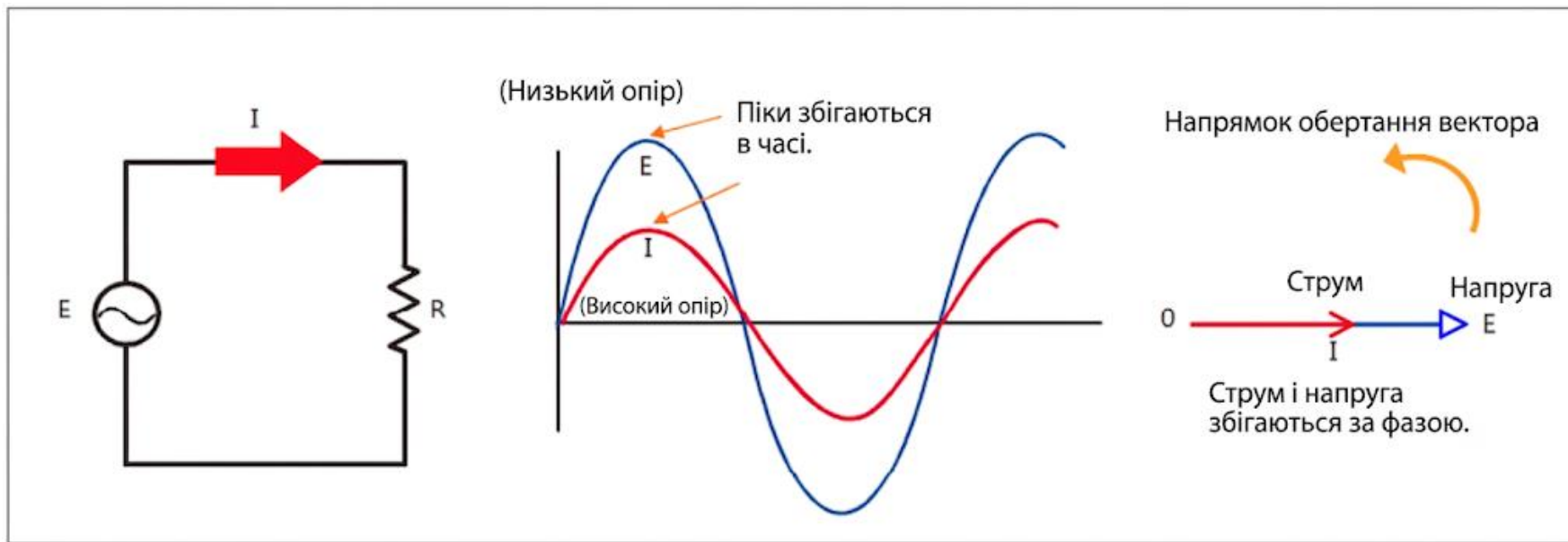
У колах постійного струму котушка не перешкоджає протіканню струму. Однак у колах змінного струму, крім чистого (активного) опору, котушки та конденсатори також діють як опір. Всі ці види опору разом називаються імпедансом (повним опором).

Опір

Коли напруга змінного струму E прикладається до опору R [Ом], струм I , що протікає через коло з опором, становить

$$I = \frac{E}{R}$$

Ви можете вважати, що це те ж саме, що і у випадку з постійним струмом. У цій ситуації напруга і струм збігаються по фазі один з одним.



Котушки (Індуктивний опір)

Котушка діє як різновид опору для змінного струму. Величина такого опору виражається як індуктивний опір.

$$\text{Індуктивний опір: } X_L = 2\pi fL = \omega L \text{ [Ом]}$$

де ω : кутова швидкість, f : Частота, L : Індуктивність

Струм I , що протікає в колі, дорівнює:
$$I = \frac{E}{X_L}$$

Таким чином, закон Ома виконується.

Струм відстає від напруги на 90° .



Конденсатори (Ємнісний опір)

Коли напруга змінного струму прикладається до конденсатора C , протікають струм заряджання та струм розряджання, як показано на схемі. У цьому випадку такий струм також діє як своєрідний опір для змінного струму. Це називається ємнісним опором.

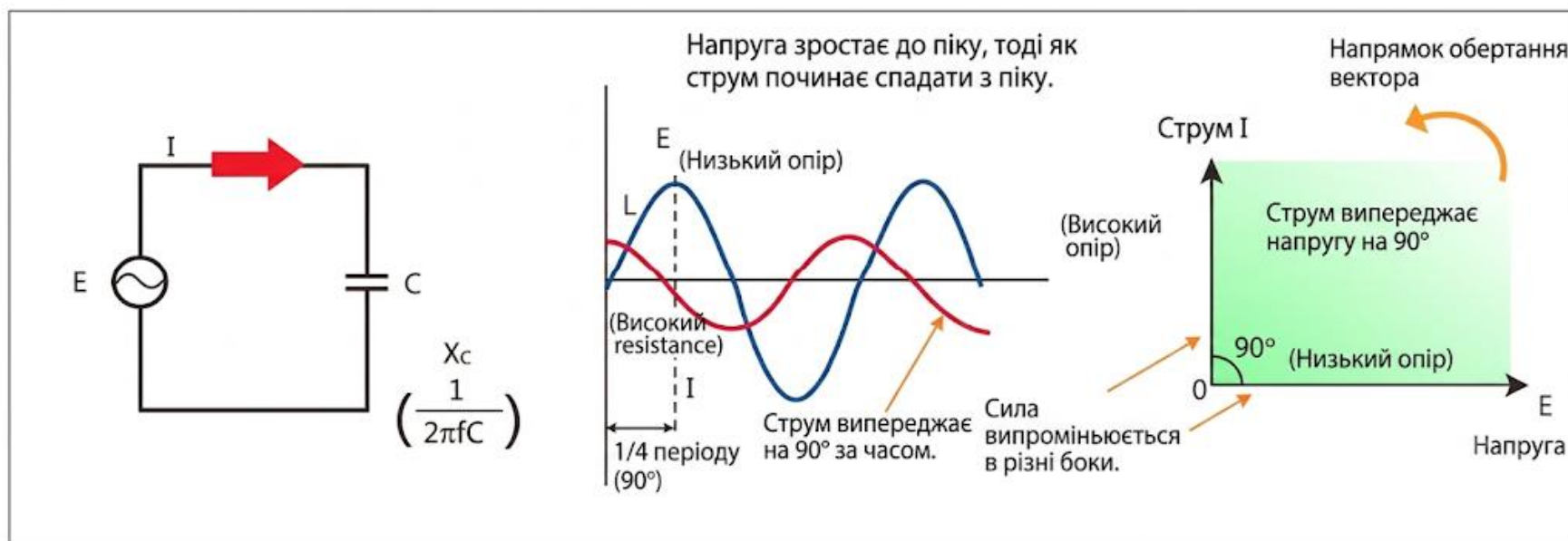
$$\text{Ємнісний опір: } X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C} \text{ [Ом]}$$

де ω : кутова швидкість, f : Частота, C : Ємність

Струм I , що протікає в колі, дорівнює: $I = \frac{E}{X_c}$

Таким чином, закон Ома виконується.

Струм випереджає напругу на 90° .



Імпеданс / Повний опір (Комбінація активного та реактивного опорів)

У колах змінного струму комбінація чистого (активного) опору та реактивного опору (який створюють такі елементи, як котушки та конденсатори) розглядається як імпеданс (повний опір).

Одиницею вимірювання є ом (Ом), як і у випадку зі звичайним опором.

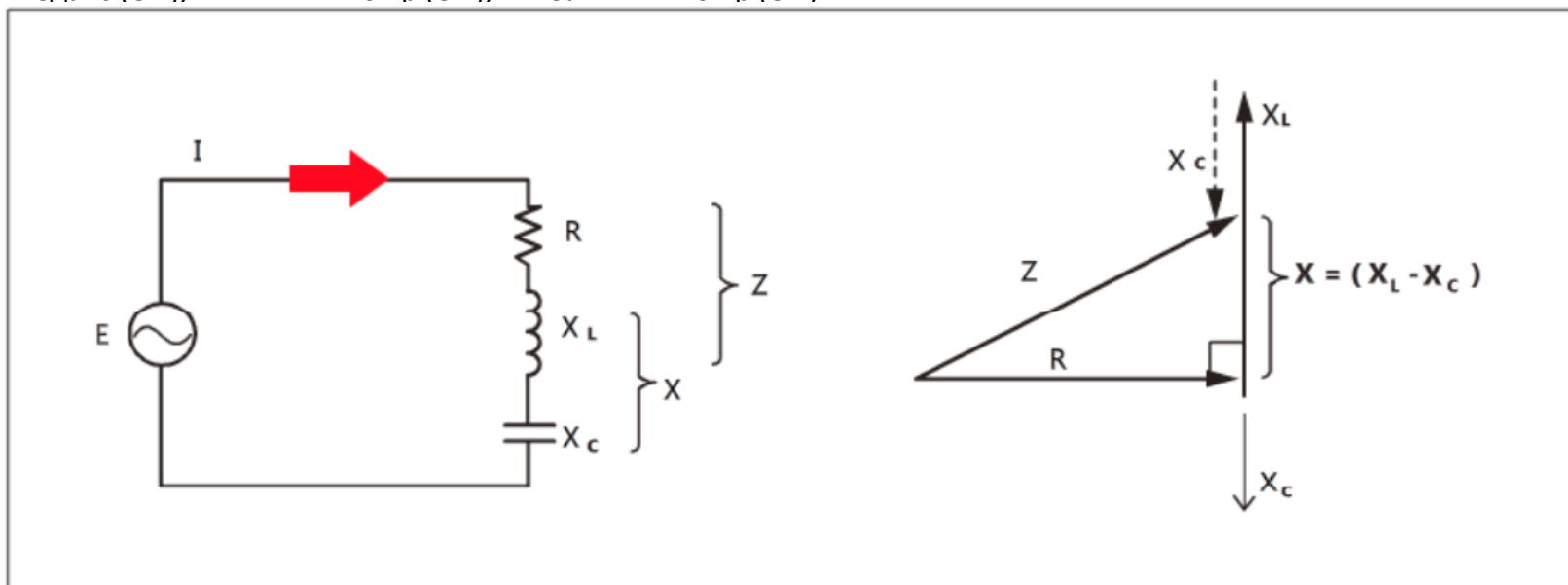
Оскільки напрямки векторів відрізняються при поєднанні активного та реактивного опорів, замість простої арифметичної суми нам потрібно використовувати їхню векторну суму, як показано в наступній формулі.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$X = (X_L - X_C)$$

$$I = \frac{E}{Z}$$

де Z: Імпеданс (Ом), R: Активний опір (Ом), X: Реактивний опір (Ом).



Електрична потужність (Electrical Power)

Коли на водяне колесо подається вода, потужність, що обертає колесо, дорівнює (тиск води) × (потік води).

Потужність електрики, яка є еквівалентною цій силі води, називається електричною потужністю. Величина електричної потужності дорівнює (електрична напруга) × (електричний струм), а одиницею вимірювання є ват [Вт].

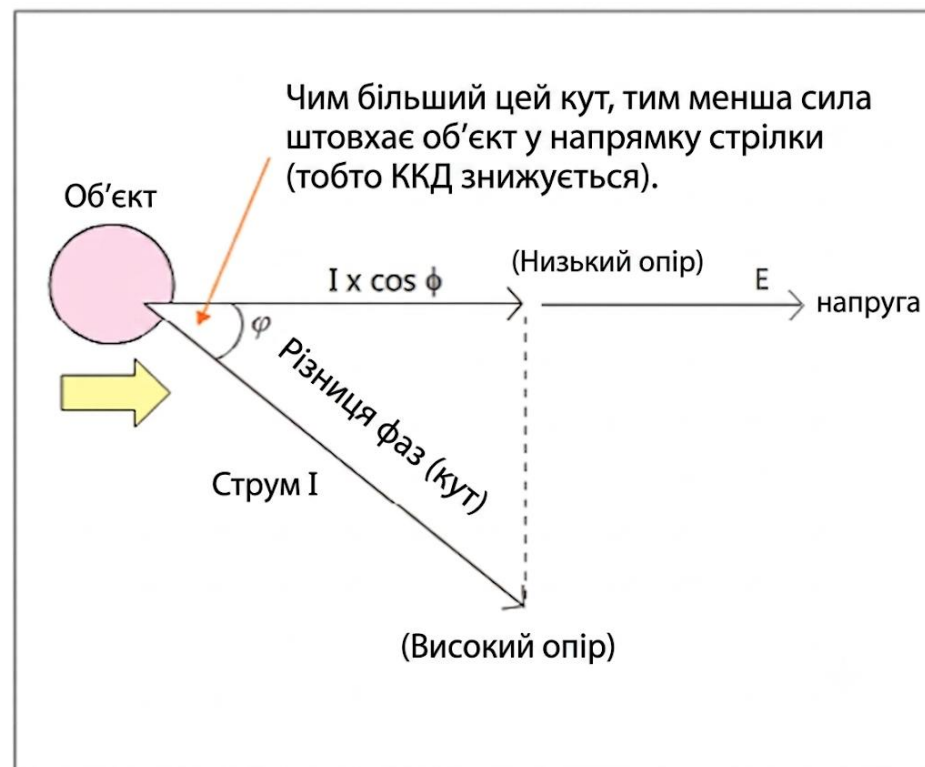
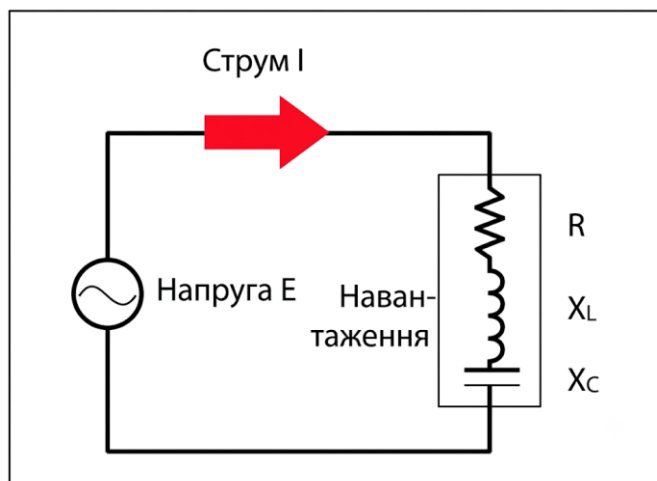
Іншими словами:

$$\text{Електрична потужність} = \text{Напруга} \times \text{Струм}$$

Коефіцієнт потужності (Power Factor)

У колах змінного струму через наявність котушок і конденсаторів сили від напруги та струму діють у різних напрямках. Коли ми говоримо про електрику, цей кут називається різницею фаз.

Якщо цю різницю фаз (кут) позначити як ϕ , то $\cos \phi$ розглядається як коефіцієнт потужності. Чим гірший цей коефіцієнт потужності (коли розбіжність у напрямках між напругою та струмом стає більшою), тим менша корисна сила генерується навіть за тих самих значень напруги та струму.



Напруга 100 В, яка зазвичай використовується в будинках, є однофазною. В принципі, від джерела живлення однієї фази відходять два електричні дроти. Що стосується електричної потужності в колі однофазного змінного струму, оскільки час генерації найбільшої сили відрізняється для напруги та струму, замість простого множення напруги на струм ми використовуємо наступну формулу.

Електрична потужність однофазного змінного струму = Напруга × Струм × Коефіцієнт потужності

$$P_1 = E \times I \times \cos \phi \text{ [Вт]}$$

$$P_0 = E \times I \text{ [ВА]}$$

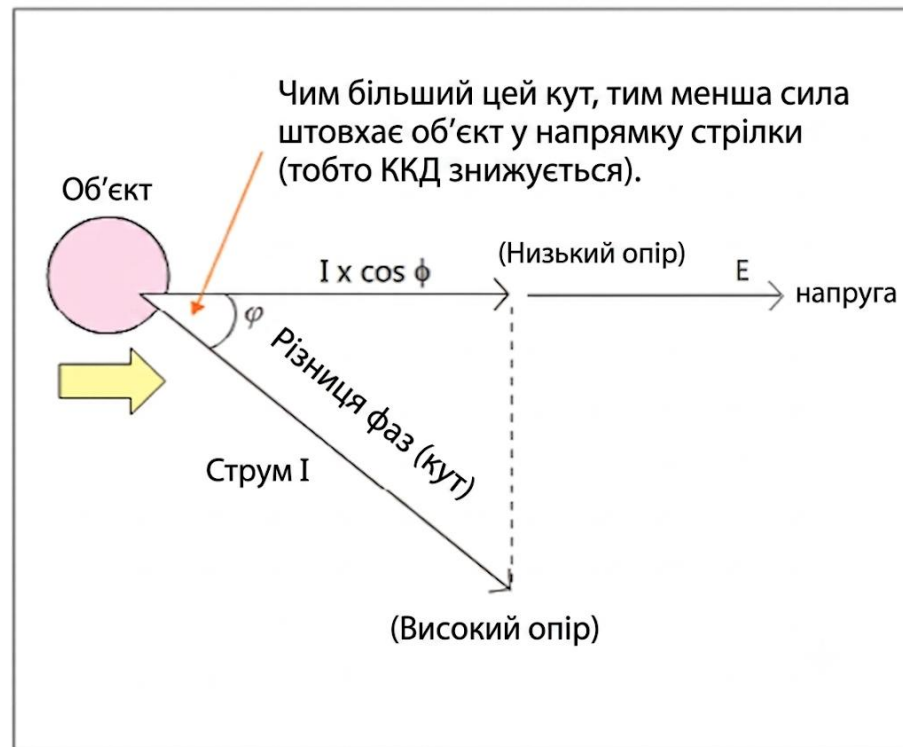
де P_1 : Активна потужність [Вт], P_0 : Повна потужність [ВА], $\cos \phi$: Коефіцієнт потужності.

Помноживши на час, ми отримаємо електричну енергію.

Електрична енергія однофазного змінного струму = Потужність × Час

$$Ph = P_1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t \text{ [Вт·год]}$$

де Ph : Електрична енергія [Вт·год], t : час [год].



Електродвигуни, що використовуються для створення рушійної сили, зазвичай є трифазними. Трифазна система, як правило, використовує три електричні дроти, хоча існують випадки, коли використовується чотири дроти (такі системи називаються трифазними чотирипровідними).

Як показано на рисунку 1, трифазний змінний струм має три хвилі **u, v та w** в одному джерелі живлення. Ці хвилі зміщені одна відносно одної на 1/3 циклу (періоду).

Коли це використовується як джерело живлення для двигуна, як показано на рисунку 2, електричні струми

I_u, I_v та I_w

протікають через три підвідні дроти. Кожне миттєве значення має форму хвилі, показану на рисунку 1, і сума їхніх миттєвих значень у будь-якій довільній точці завжди дорівнює нулю.

Електрична потужність цього трифазного кола розраховується за наступною формулою:

Електрична потужність трифазного змінного струму

$= \sqrt{3} \times \text{Лінійна напруга} \times \text{Лінійний струм} \times \text{Коефіцієнт потужності}$

$$P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \text{ [Вт]}$$

$$P_{03} = \sqrt{3} \times E \times I \text{ [ВА]}$$

де P_3 : Ефективна (активна) потужність [Вт], P_{03} : Повна потужність [ВА],
 $\cos \phi$: Коефіцієнт потужності.

Помноживши на час, ми отримаємо електричну енергію.

Електрична енергія трифазного змінного струму = Потужність $\times$ Час

$$Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t \text{ [Вт·год]}$$

де Ph : Електрична енергія [Вт·год], t : Час [год].

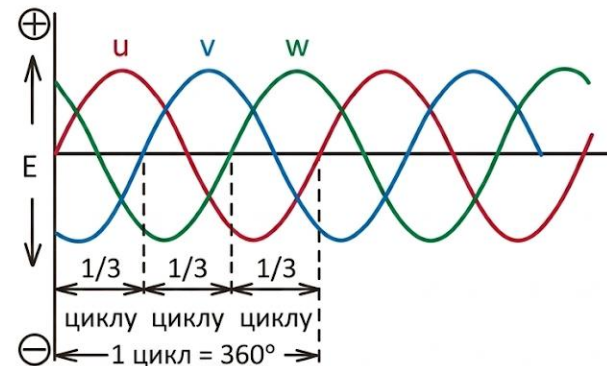


Рис.1 Форма сигналу напруги

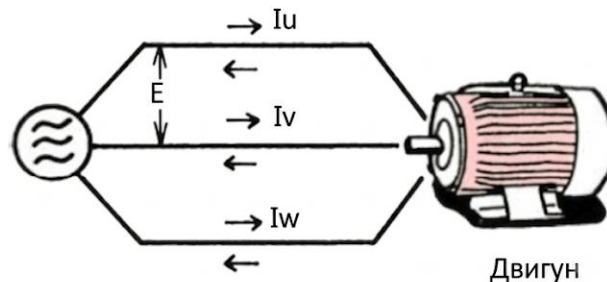


Рис.2 Схема двигуна

У цьому розділі ви дізналися про наступне.

Що таке електрика – Напруга, струм та опір

Закон Ома

Струм I протікає, коли напруга E прикладається до опору R . Величина цього струму прямо пропорційна напрузі та обернено пропорційна опору.

Це можна записати у вигляді будь-якої з цих формул: $I = \frac{E}{R} [A]$ $E = I \times R [V]$

Основи кіл змінного струму

Активний опір, котушки, конденсатори та імпеданс (повний опір)

Що таке електрична потужність та коефіцієнт потужності

Потужність = Напруга $\times$ Струм

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi$

Електрична потужність та електрична енергія в однофазних колах

Ефективна (активна) потужність: $P_1 = E \times I \times \cos \phi [Вт]$

Електрична енергія: $Ph = P_1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t [Вт \cdot год]$

Електрична потужність та електрична енергія в трифазних колах змінного струму

Ефективна (активна) потужність: $P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi [Вт]$

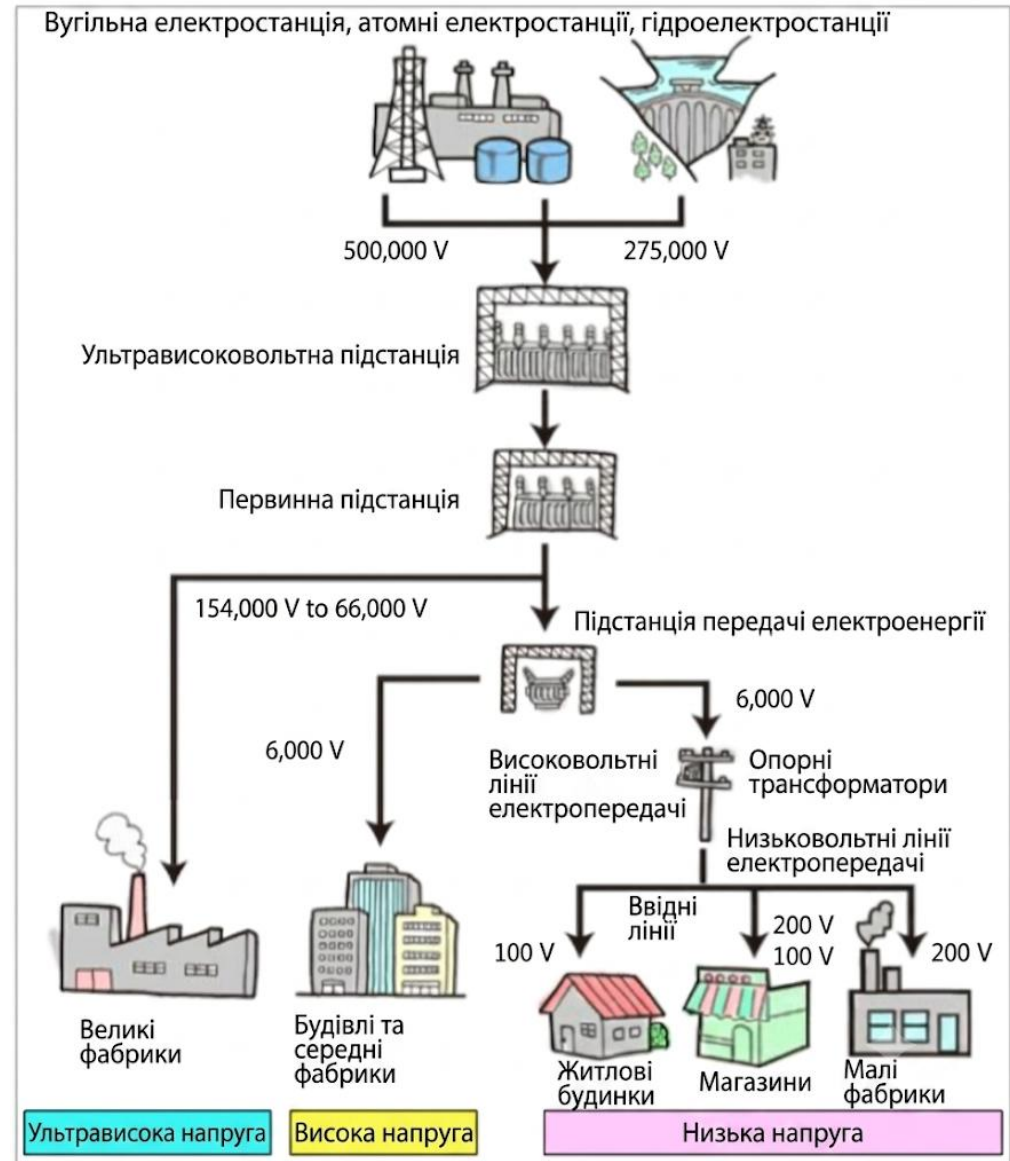
Електрична енергія: $Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t [Вт \cdot год]$

Електроенергія в основному виробляється на теплових (вугільних), атомних та гідроелектростанціях, і передається на заводи та в житлові будинки за допомогою різних процесів.

Електроенергія використовується на заводах та в житлових будинках під напругою 100 В або 200 В, тоді як від трансформаторних підстанцій за межами міста по лініях електропередач до телефонних стовпів (стовпових трансформаторів) вона передається під вищою напругою 6600 В. Якщо подивитися ще далі, лінії електропередач, що з'єднують електростанції з підстанціями, передають електроенергію під надзвичайно високими напругами 60 кВ, 275 кВ і навіть до 500 кВ. Високі напруги використовуються для мінімізації втрат електричної потужності під час передачі.

Втрата електричної потужності (тобто кількість тепла, що виділяється через електричний опір) пропорційна квадрату струму. Тому струм можна зменшити шляхом підвищення напруги, і стає можливим ефективно передавати електроенергію по кабелях обмеженого діаметра, а також передавати більше електроенергії (електричної потужності) по цих кабелях пропорційно використуваній напрузі.

У цьому розділі розглядається, як змінюється електроенергія, що надходить від розподільних підстанцій, щоб її можна було використовувати під напругою 100 В або 200 В на заводах і в житлових будинках, і як зробити її використання безпечним.



Напруги поділяються на три класи: низька напруга, висока напруга та надвисока напруга, як показано нижче.

Низька напруга: Постійний струм 750 В або менше, або змінний струм 600 В або менше.

Висока напруга: Постійний струм понад 750 В або змінний струм понад 600 В, у будь-якому випадку не більше 7000 В.

Надвисока напруга: Напруга понад 7000 В.

Стандартні напруги (номінальні напруги) ліній електропередач визначаються стандартом JEK 0222 наступним чином.

Таблиця А. Стандартні напруги електричних ліній 1000 В або більше

Номінальна напруга [В]	
3300	110000
6600	154000
11000	187000
22000	220000
33000	275000
66000	500000
77000	

Таблиця Б. Стандартні напруги електричних ліній 1000 В або менше

Номінальна напруга [В]	
100	230/400
200	400
100/200	

Примітка: Характерна лінійна напруга електричної лінії називається її номінальною напругою.

Коли споживач отримує електроенергію, заявлена (договірна) потужність класифікується як низьковольтна, високовольтна або надвисоковольтна залежно від її величини (у ватах), і необхідне обладнання та спосіб управління відрізняються для кожного класу, як показано в таблиці нижче.

Заявлена потужність	Отримана напруга	Спосіб управління
Менше 50 кВт	Низька напруга (зазвичай 200 В)	Електрообладнання загального використання (Енергетична компанія)
50 кВт або більше, і менше ніж 2000 кВт	Висока напруга (рівень 6 кВ)	Власне електрообладнання споживача (Може бути передано на обслуговування сторонній спеціалізованій організації)
2000 кВт або більше	Надвисока напруга (включає деякі високі напруги)	Власне електрообладнання споживача (Головний інженер)

Низька напруга (Low voltage)

Потужність менше 50 кВт класифікується як низька напруга (хоча в оригіналі помилково вжито слово "Voltages", йдеться саме про потужність). Стовпові трансформатори використовуються для зниження напруги з 6,6 кВ до трифазної 200 В або однофазної трипровідної 100 В/200 В. Управління здійснюється енергетичною компанією.

Висока напруга (High voltage)

Потужність від 50 кВт до менш ніж 2000 кВт класифікується як висока напруга. Встановлюється власне електрообладнання споживача, яким керує головний інженер. У цьому випадку головний інженер може бути залучений зі сторони. Саме ці напруги розглядаються в даному курсі.

Надвисока напруга (Extra-high voltage)

Потужність 2000 кВт або більше класифікується як надвисока напруга. Встановлюється власне електрообладнання споживача, яким керує головний інженер. Зверніть увагу, що головний інженер повинен бути обраний виключно з числа працівників компанії-споживача.

Високовольтне приймальне обладнання необхідне для отримання високовольтного електроживлення від енергетичної компанії. Високовольтну електроенергію можна отримувати такими способами:

- Встановлення приймального силового трансформатора на відкритому повітрі та встановлення розподільного щита в приміщенні.
- Встановлення як приймального силового трансформатора, так і розподільного щита в приміщенні.
- Розміщення приймального силового трансформатора та розподільного щита всередині шафи (комірки).

Високовольтне приймальне електрообладнання шафового типу — це обладнання, в якому набір приймальних пристроїв для вхідної високої напруги зберігається в металевому корпусі. Його також просто називають шафою (або коміркою).

Останнім часом спостерігається тенденція до використання «високовольтного приймального електрообладнання шафового типу» для приймального електрообладнання малої та середньої потужності завдяки таким перевагам:

- Потребує мало місця.
- Відсутність обмежень щодо місця розташування обладнання.
- Висока надійність завдяки простоті монтажу та технічного обслуговування обладнання.

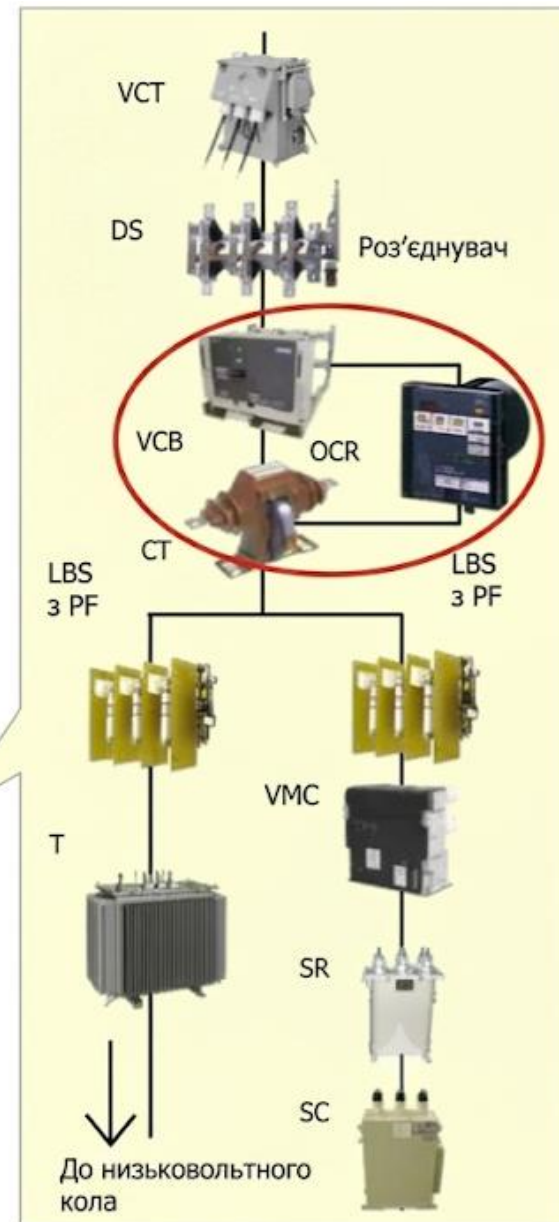
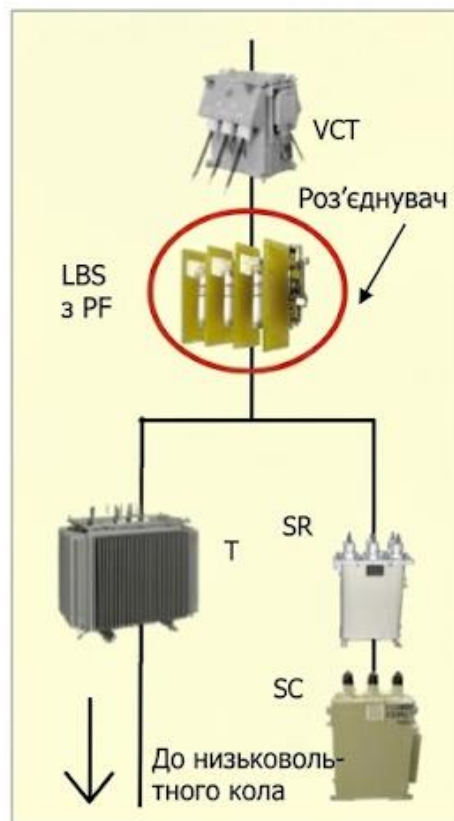
Високовольтне приймальне електрообладнання шафового типу, як визначено стандартом IIS C4620, використовується для кіл з номінальною напругою 6,6 кВ і струмом короткого замикання системи 12,5 кА, та застосовується до приймального обладнання з потужністю 4000 кВА або менше.



Коміркове обладнання прийому високої напруги

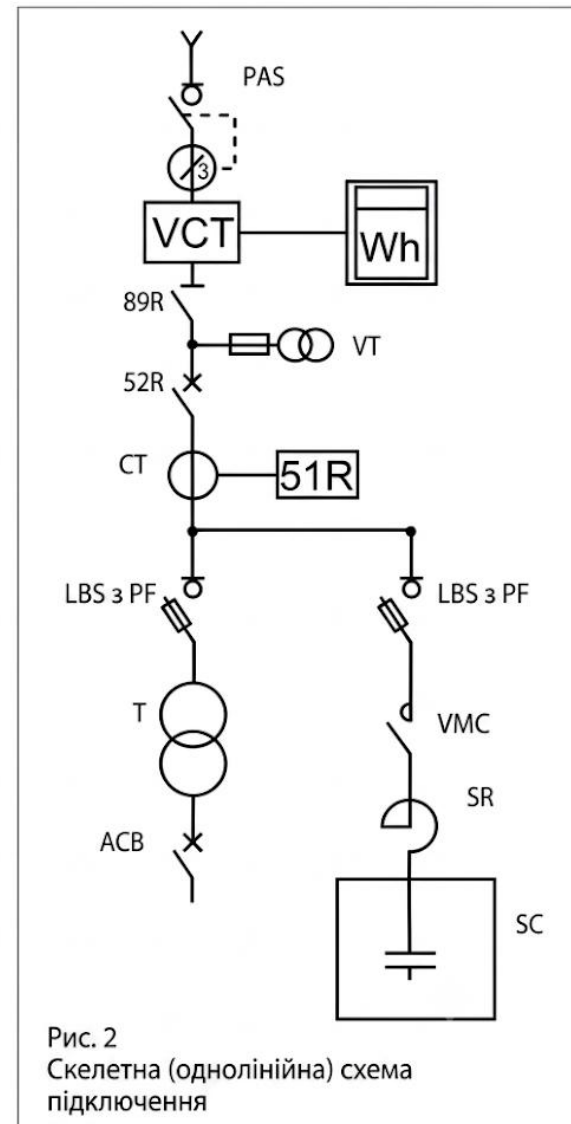
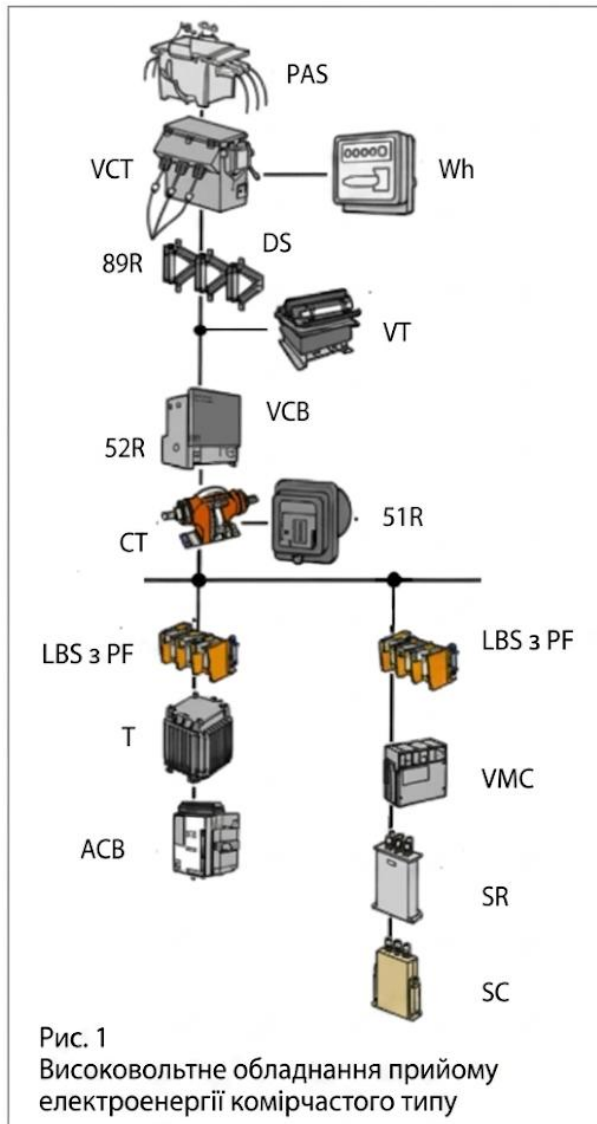
Високовольтне приймальне електрообладнання шафового типу поділяється на наступні класи залежно від типу роз'єднувальних пристроїв. Типи шаф (комірок) визначаються стандартом IIS C4620.

Тип	Роз'єднувач	Приймальна потужність
Тип CB	Автоматичний вимикач (CB)	4 000 кВА або менше
Тип PF-S	Вимикач навантаження, оснащений силовим запобіжником (LBS з PF)	300 кВА або менше



Скелетна схема — це тип однолінійної схеми, що відображає схему електричного кола. Електричні кола приймального обладнання споживача ілюструються за допомогою символів, які використовуються для позначення таких пристроїв, як роз'єднувачі, ізолятори, трансформатори, вимірювальні прилади, захисні реле. Цей тип креслення використовує одинарні лінії, щоб показати, як підключений кожен пристрій.

Наприклад, високовольтне приймальне електрообладнання шафового типу СВ (з автоматичним вимикачем), зображене на Рисунку 1, показано у вигляді скелетної схеми на Рисунку 2.



На структурній (скелетній) схемі окремі пристрої позначаються за допомогою Умовного позначення, Коду обладнання та Літерного коду.

Умовні позначення (Символи)

Також називаються символами. Електричні пристрої зображуються у вигляді графічних позначень (схем).

Код обладнання

Електричні пристрої позначаються цифрами.

Літерний код

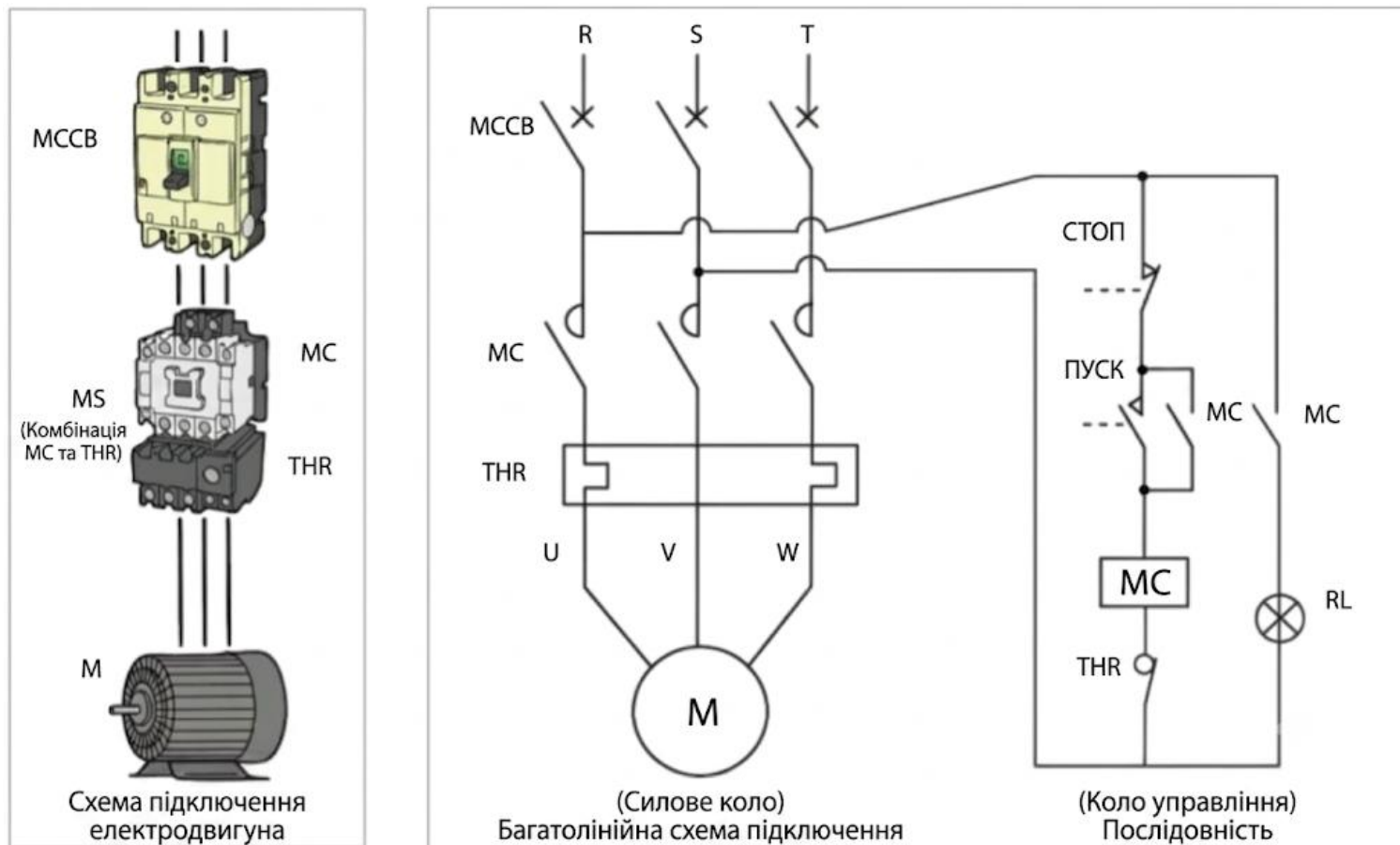
Назви пристроїв скорочуються і відображаються у вигляді символів (літер). Багато з них утворені шляхом взяття першої літери англійської назви пристрою.

Фото зовнішнього вигляду	Ескіз	Назва	Умовне позначення	Код обладнання	Код символу	Українська назва та терміни
		Повітряний вимикач навантаження зовнішнього встановлення		—	PAS	Стовповий повітряний вимикач навантаження
		Роз'єднувач		89	DS	Роз'єднувач
		Вакуумний силовий вимикач		52	VCB	Вакуумний автоматичний вимикач
		Реле максимального струму		51	OCR	Реле максимального струму

Примітка: На фотографіях зовнішнього вигляду зображена продукція компанії Mitsubishi Electric, а ескізи були створені спеціально для цього навчального курсу.

Одним із типів електричних схем є розгорнута схема з'єднань, яку ми тут пояснимо. Ця розгорнута схема з'єднань також називається схемою управління (sequence), і вона використовується для відображення кіл управління електромагнітними комутаційними апаратами електророзподільного та керуючого обладнання тощо.

У схемі управління використовуються визначені Умовні позначення та Літерні коди для відображення різних електричних пристроїв та їхніх компонентів, таких як контакти, котушки, опори (резистори) та запобіжники. Крім того, ви маєте розуміти, що схема управління — це схема з'єднань, намальована просто для того, щоб показати електричні з'єднання відповідно до послідовності операцій (роботи), і вона не має нічого спільного з фактичним фізичним розташуванням компонентів.



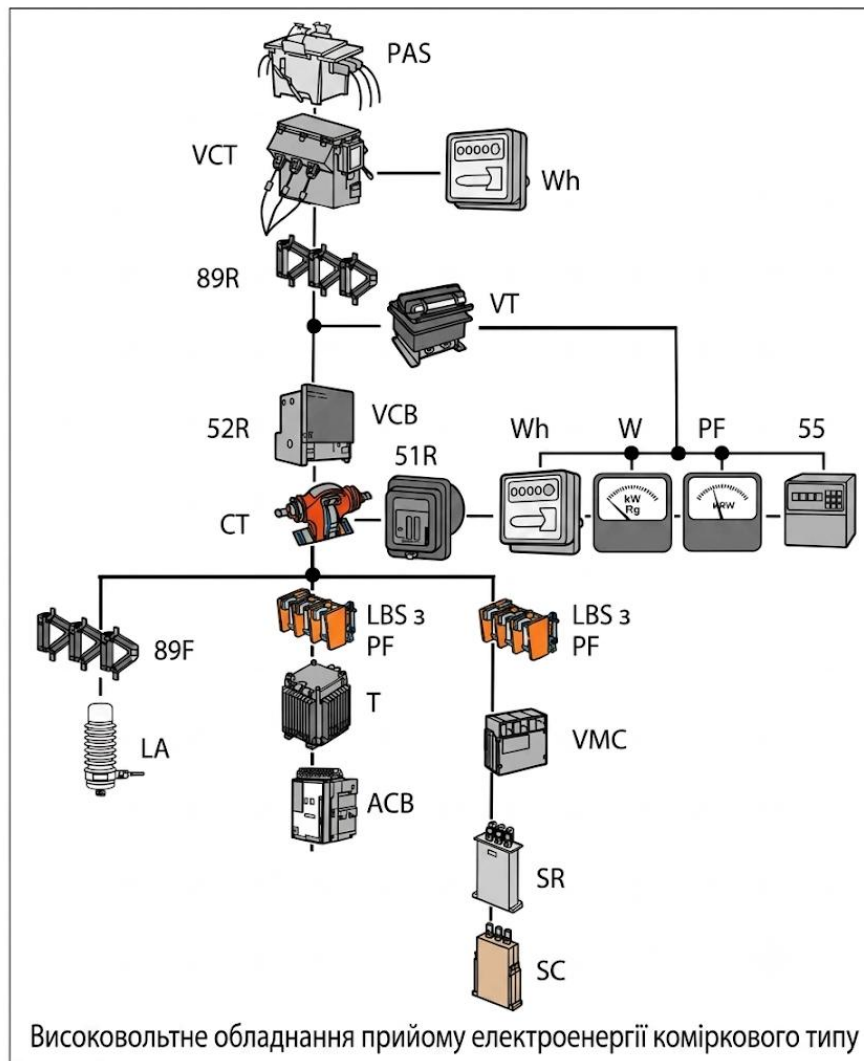
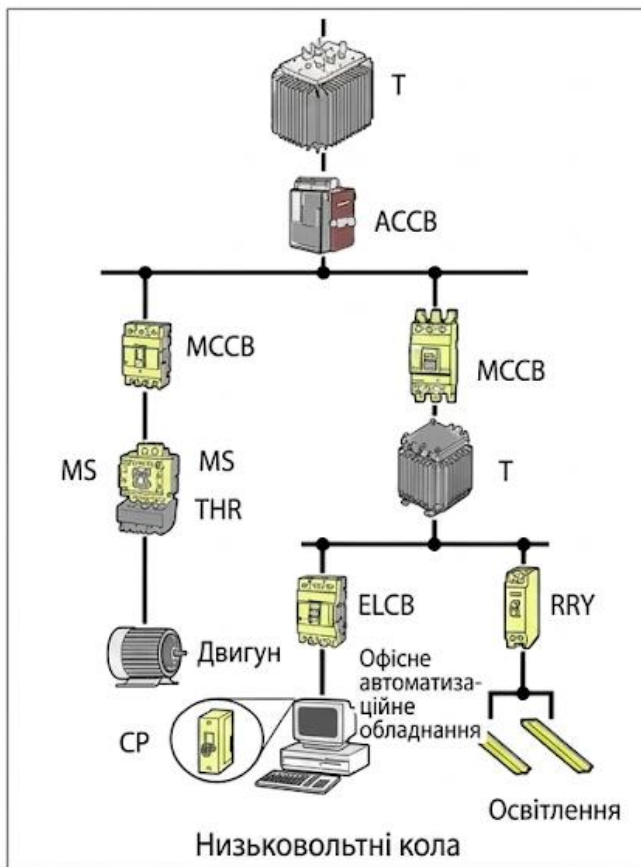
У цьому розділі ви дізналися наступне.

- Електроенергія, що використовується на заводах та в будинках, передається від електростанцій на надзвичайно високих напругах, таких як 60 кВ, 275 кВ та 500 кВ.
- Електроенергія, що постачається споживачам, класифікується відповідно до величини законтракованої потужності (у ватах) на три класи: низька напруга, висока напруга та надвисока напруга, причому необхідне обладнання та управління відрізняються для кожного класу.
- Коли електроенергія постачається енергетичною компанією на високій напрузі, необхідне обладнання для прийому електроенергії високої напруги. Останнім часом існує тенденція до використання обладнання для прийому високої напруги шафового типу.
- Обладнання для прийому електроенергії високої напруги шафового типу поділяється на класи типу СВ (4000 кВА або менше) та типу PF-S (300 кВА або менше) залежно від типу роз'єднувального пристрою.
- Структурна (скелетна) схема — це тип однолінійного креслення, що відображає електричну схему. Електричні кола приймального обладнання споживача ілюструються умовними позначеннями (символами), що використовуються для відображення таких пристроїв, як роз'єднувачі, ізолятори, трансформатори, вимірювальні прилади, захисні реле. Цей тип креслення використовує одинарні лінії, щоб показати, як підключений кожен пристрій.
- На структурній схемі окремі пристрої позначаються за допомогою Умовного позначення, Коду обладнання та Літерного коду.
- Одним із видів електричних схем є розгорнута схема з'єднань, також відома як схема управління (послідовна схема / sequence), яка використовується для відображення кіл управління електромагнітними комутаційними апаратами електророзподільного та керуючого обладнання тощо.
- У схемі управління використовуються визначені Умовні позначення та Літерні коди для відображення різних електричних пристроїв та їхніх компонентів, таких як контакти, котушки, опори (резистори) та запобіжники. Крім того, ви маєте розуміти, що схема управління — це схема з'єднань, намальована просто для того, щоб показати електричні з'єднання відповідно до послідовності операцій (роботи), і вона не має нічого спільного з фактичним фізичним розташуванням компонентів.

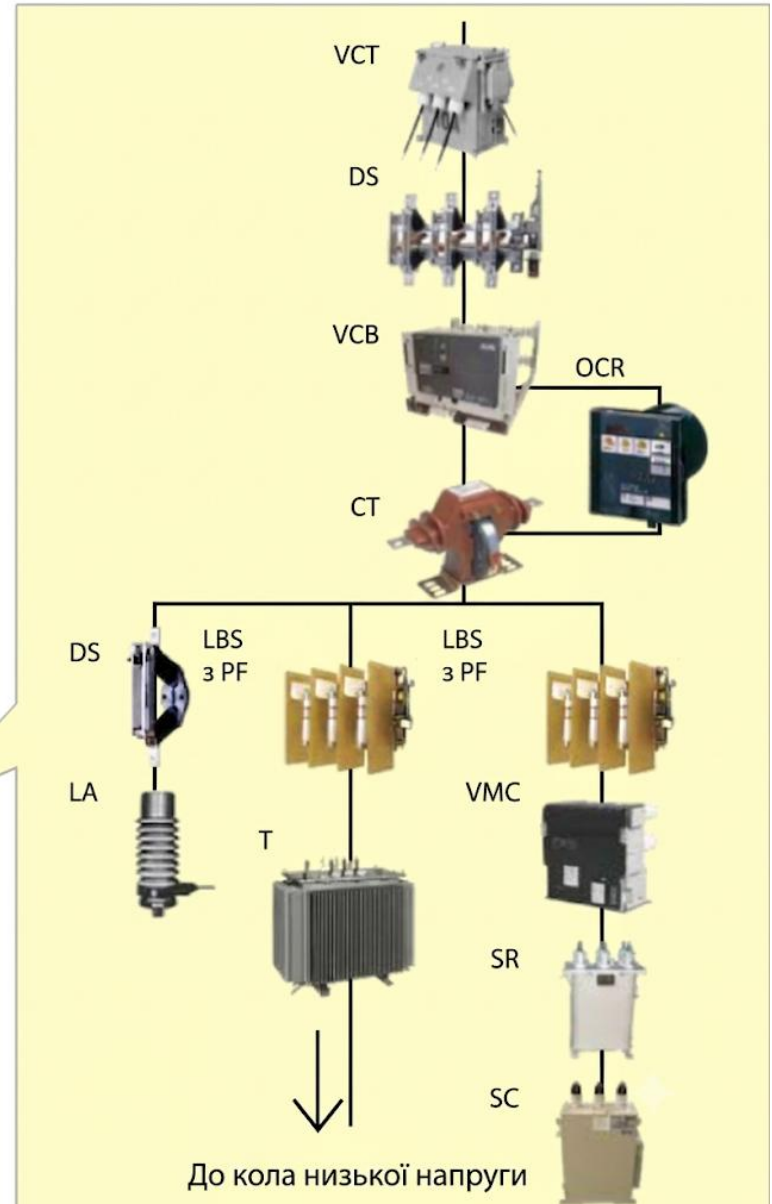
Електророзподільне та керуюче обладнання включає обладнання для прийому електроенергії високої напруги, а також пристрої для низьковольтних кіл, такі як низьковольтні автоматичні вимикачі та електромагнітні комутаційні апарати.

У цьому розділі ми поділяємо електророзподільне та керуюче обладнання на наступні чотири категорії та пояснюємо їх окремо.

- (1) Високовольтне обладнання
- (2) Вимірювальні прилади
- (3) Низьковольтні автоматичні вимикачі
- (4) Електромагнітні комутаційні апарати



Тут ми розглянемо пристрої розподілу та керування електроенергією, що використовуються в обладнанні для прийому високої напруги шафового типу (КРУ шафового типу).



Нижче наведені типи високовольтного обладнання, що використовується в обладнанні для прийому електроенергії високої напруги шафового типу.

1) Повітряний вимикач стовпового встановлення (PAS)

Також називається повітряним вимикачем зовнішнього встановлення (Pole Air-Break Switch). Цей пристрій розміщується на межі між енергетичною компанією та споживачем, яка називається точкою розмежування відповідальності. У разі аварії, що сталася в зоні відповідальності споживача, пристрій автоматично розриває коло за допомогою сигналу від пристрою керування SOG (захист від надструмів та замикань на землю з накопиченням/фіксацією даних), відключаючи коло від лінії електропередачі енергетичної компанії, щоб уникнути поширення аварії на іншу частину електромережі. Також називається секційним (межовим) вимикачем (zone switch)

2) Комбінований трансформатор напруги та струму (VCT)

Включає вимірювальний трансформатор напруги (VT) і трансформатор струму (CT). VCT належить енергетичній компанії, але він встановлюється всередині розподільної шафи (КРУ). Він вимірює кількість спожитої електроенергії та використовується для розрахунку плати за її використання.

3) Роз'єднувач (DS)

Також називається дисконектором (disconnector). Цей пристрій використовується для повного відключення всієї електроенергії на території споживача з метою проведення технічного обслуговування електрообладнання в цій зоні.



Мотузка приєднується до цього важеля, щоб ним можна було керувати знизу телефонного стовпа.

Стовповий повітряний вимикач



Пристрій керування SOG
(Накопичення енергії, захист від надструмів та замикань на землю)



Комбінований трансформатор напруги та струму



Однополюсний роз'єднувач



Триполюсний роз'єднувач

4) Трансформатор струму (СТ)

Трансформатор струму перетворює струм первинного кола від кількох ампер або кількох сотень ампер на рівень вхідного струму 5 А, що використовується захисними реле та вимірювальними приладами.

В установках типу СВ він використовується як датчик струму, і в разі несправності захисне реле розпізнає відхилення струму від норми та надсилає сигнал відключення на вакуумний вимикач, щоб розірвати коло.

5) Реле максимального струму (OCR)

Реле максимального струму визначає наявність несправності на основі струму від трансформатора струму, і якщо сталася несправність, воно надсилає сигнал відключення на вакуумний вимикач, захищаючи коло шляхом відключення вимикача.

До інших реле, крім OCR, належать реле мінімальної напруги (UVR), реле захисту від замикань на землю (GR), спрямовані реле захисту від замикань на землю (DGR) тощо.

6) Вакуумний вимикач (VCB)

Електричний струм вмикається та вимикається на контакті у вакуумній камері (колбі). У разі несправності він отримує сигнал відключення від реле максимального струму або інших пристроїв і розриває коло.

В установках типу СВ пристрої під номерами (4) - (6), наведені вище, об'єднані та працюють для захисту кола під час протікання надмірного струму через електричне перевантаження, коротке замикання або інші аварії.



Трансформатор струму



Вакуумний вимикач



Реле захисту



7) Вимикач навантаження (LBS)

Вимикач навантаження може вмикати та вимикати електричний струм або пропускати його. Зазвичай він використовується разом із силовими запобіжниками і називається вимикачем навантаження, оснащеним силовими запобіжниками (LBS with PF). Вимикачі навантаження, оснащені силовими запобіжниками, завдяки характеристикам запобіжника, використовуються для захисту трансформаторів напруги, захисту конденсаторів та захисту електродвигунів.

Обладнання для прийому електроенергії високої напруги шафового типу PF-S використовує їх як основний пристрій для розриву первинного кола.

8) Силовий запобіжник (PF)

У разі аварії з коротким замиканням плавка вставка в силовому запобіжнику плавиться, розриваючи коло, тим самим запобігаючи загорянню (пошкодженню) обладнання та електропроводки.

9) Трансформатор (Т)

Трансформатор перетворює високу напругу, таку як 6,6 кВ, на низьку напругу, таку як 100 В / 200 В / 400 В. Існують трансформатори як для однофазних, так і для трифазних мереж.



Вимикач навантаження із силовим запобіжником (Без перегородок)



Вимикач навантаження із силовим запобіжником (3 перегородками)



Силовий запобіжник



Масляний трансформатор
Трифазний 500 кВА 50 Гц

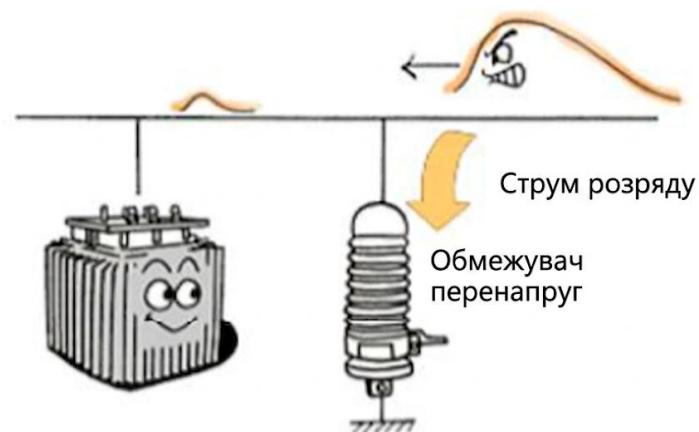


Сухий трансформатор
Трифазний 500 кВА 50 Гц

13) Обмежувач перенапруги (SAR)

Також називається грозовим розрядником (LA). Цей пристрій захищає електричні прилади, такі як електродвигуни та трансформатори, до яких постійно прикладена напруга, від згоряння або знеструмлення, спричинених аномально високою напругою внаслідок удару блискавки або інших інцидентів.

Обладнання захищається від аномальної напруги шляхом її розряду (відведення в землю) через обмежувач перенапруги.



Блискавковідвід (гromовідвід)

Блискавковідвід використовується для того, щоб приймати на себе прямий удар блискавки, запобігаючи ураженню блискавкою самої будівлі та іншого обладнання.



При використанні електроенергії необхідно вимірювати її кількість та розуміти, скільки її було спожито.

Однак саму електрику неможливо побачити людським оком. Для того, щоб зробити її «видимою», виміряти її кількість та здійснювати управління нею, використовуються різноманітні вимірювальні прилади.

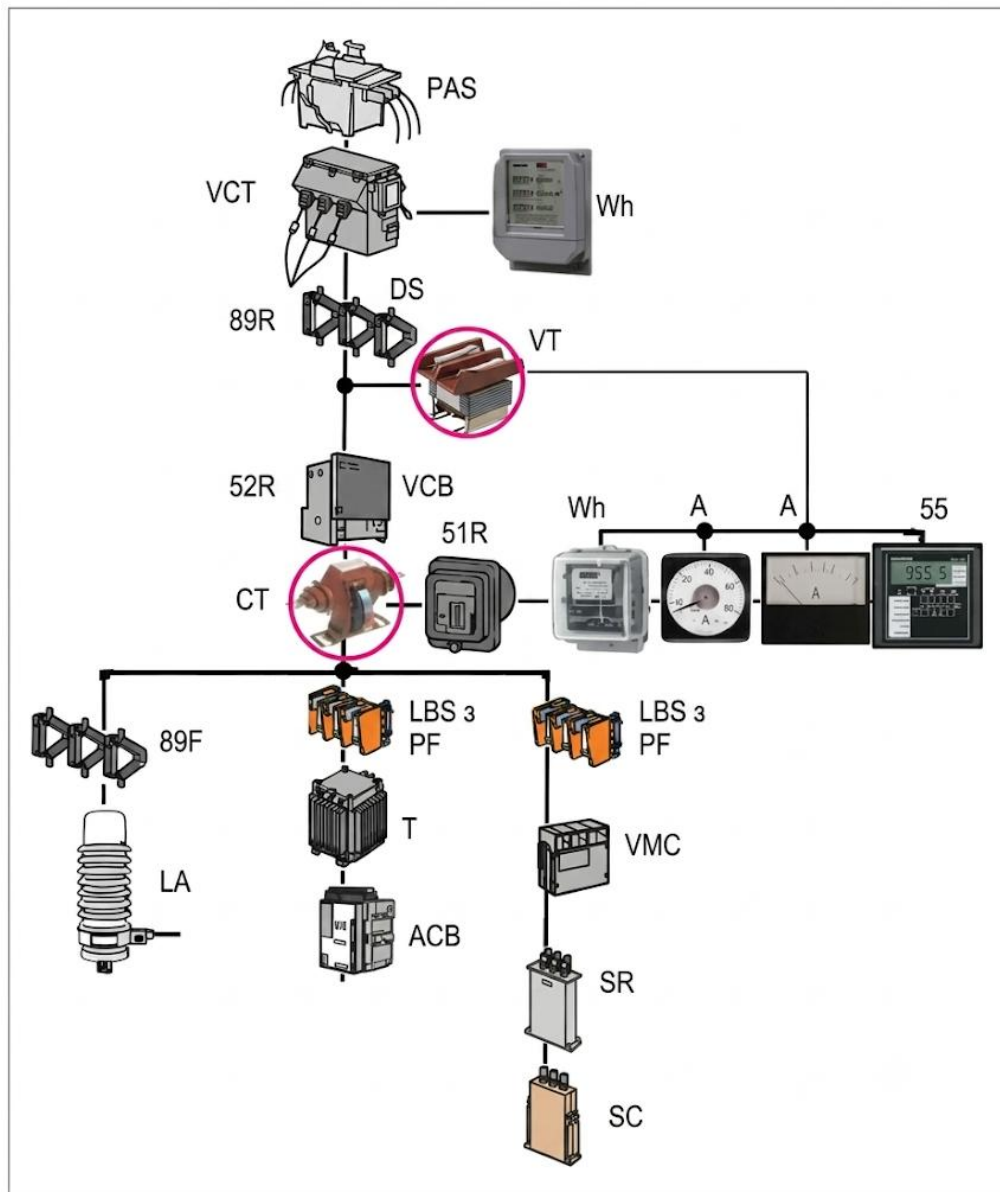
Вимірювальні прилади можуть використовуватися для вимірювання як низької, так і високої напруги. Компанія Mitsubishi Electric класифікує їх як низьковольтні прилади.

Вимірювальні прилади в основному використовуються для:

- **Виявлення** (вимірювальні трансформатори)
- **Кількісного визначення** (лічильники електроенергії)
- **Вимірювання** (електричні показуючі прилади, вимірювальні перетворювачі)

Додаткове використання включає:

- **Покращення коефіцієнта потужності** (автоматичний регулятор коефіцієнта потужності)
- **Управління законтрактованою електричною потужністю** (пристрої моніторингу та управління споживанням / попитом)



Вимірювальний трансформатор — це загальний термін, що охоплює вимірювальні трансформатори напруги та трансформатори струму. Він використовується для безпечного та точного вимірювання високих електричних напруг і великих електричних струмів.

1) Трансформатор напруги (VT)

Трансформатор напруги використовується для вимірювання високих електричних напруг. Він перетворює 6,6 кВ у 110 В.



Вимірювальний трансформатор напруги

2) Трансформатор струму (СТ)

Трансформатор струму використовується для вимірювання великих електричних струмів. Він перетворює струми від кількох десятків до кількох сотень ампер у 5 А



Трансформатор струму

3) Лічильники електроенергії (WHM)

Лічильник електроенергії (ват-годинний лічильник) використовується для вимірювання кількості спожитої електроенергії.

Існують як механічні, так і електронні типи лічильників (WHM).



Механічний лічильник електроенергії



Електронний лічильник електроенергії



Електронний лічильник електроенергії накладного типу

4) Електричний показуючий прилад (М)

Цей пристрій, який також називають просто вимірювачем, вимірює та відображає електричні величини, такі як напруга та сила струму.

Наприклад,

напруга вимірюється вольтметром (V),

струм (сила струму) вимірюється амперметром (A),

потужність вимірюється ватметром (W), а

коефіцієнт потужності вимірюється фазометром (вимірювачем коефіцієнта потужності) (PF).

Використовуючи механічні та електронні багатофункціональні показуючі прилади, можна вимірювати різні типи електричних величин.

5) Вимірювальний перетворювач (TD)

Електричний сигнал (змінного або постійного струму) подається на вхід перетворювача, де він перетворюється на пропорційну йому постійну напругу або постійний струм, після чого виводиться на пристрій моніторингу та управління, наприклад, на показуючий прилад або комп'ютер.



Вольтметр



Амперметр



Електронний багатофункціональний вимірювач



Перетворювачі

6) Автоматичний регулятор коефіцієнта потужності (APFC)

Цей пристрій видає сигнал, який може автоматично вмикати або вимикати статичний конденсатор, щоб підтримувати коефіцієнт потужності в заданих межах.



Автоматичний регулятор коефіцієнта потужності

7) Вимірювач попиту / максимуму навантаження (DM)

Вимірювач попиту — це пристрій для моніторингу та управління споживанням (навантаженням). Попит (навантаження) означає середню кількість електроенергії, використаної за 30 хвилин. Розглянемо випадок споживача, який підписався на систему оплати за електроенергію, що стягує плату за фактично використаний обсяг на основі законтрактованої потужності менше ніж 500 кВт. У цьому випадку, якщо значення попиту врешті-решт перевищить законтрактовану електричну потужність, тоді таке значення попиту розглядатиметься як законтрактована потужність протягом наступного року, і споживачеві доведеться платити більшу плату за використання електроенергії. Вимірювачі попиту обчислюють прогнозоване навантаження та видають попередження або сигнали управління навантаженням, щоб значення попиту залишалося в межах обсягу законтрактованої потужності. До вимірювачів попиту належать пристрої серії DEMACON, а також сервери моніторингу попиту серії E-Energy з підтримкою веб-інтерфейсу.



Лічильники попиту (серія DEMACON)



Сервер моніторингу попиту з підтримкою веб-технологій (серія E-Energy)

8) Реле часу (Time Switch)

Цей пристрій являє собою вимикач, поєднаний із годинником (таймером). Вимикач вмикається або вимикається у попередньо заданий час.

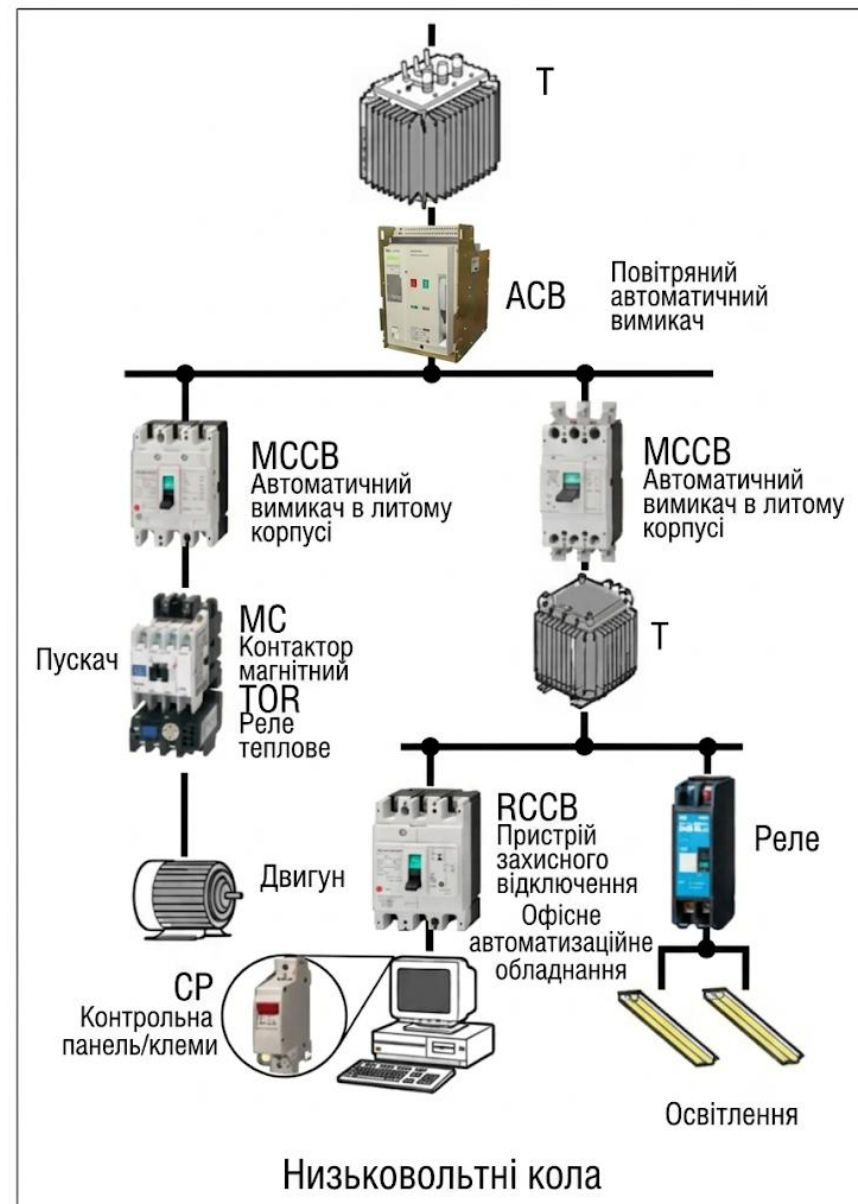


Реле часу

Низьковольтний автоматичний вимикач — це загальний термін, що охоплює пристрої автоматичного відключення, які використовуються переважно з метою захисту електропроводки та обладнання в низьковольтних колах.

До низьковольтних автоматичних вимикачів належать:

- MCCB (автоматичні вимикачі в литому корпусі) для електропроводки
- ELCB (автоматичні вимикачі захисту від струмів витоку на землю)
- ACB (низьковольтні повітряні автоматичні вимикачі)
- Пристрої дистанційного керування, такі як RRY (реле дистанційного керування)
- CP (захисні автомати / пристрої захисту кіл)



3) Повітряний автоматичний вимикач (АСВ)

АСВ використовується в будівлях, на заводах і морських основні типи призначені для захисту електричних кіл т електричних генераторів.

АСВ — це головний (ввідний) автоматичний вимикач, і більшим за масштабом, ніж МССВ.



Будівлі та заводи



Морські судна



Повітряний автоматичний вимикач типу AE1600-SW

4) Пристрої дистанційного керування

Це пристрої, які використовуються для централізованого дистанційного керування (ввімкнення та вимкнення) освітленням у будівлях, школах, лікарнях та інших об'єктах. Ці пристрої складаються з реле дистанційного керування, автоматичних вимикачів із дистанційним керуванням, автоматичних вимикачів струмів витоку з дистанційним керуванням, вимикачів дистанційного керування та трансформаторів дистанційного керування.



Автоматичний вимикач з дистанційним керуванням



Автоматичний вимикач диференційного струму з дистанційним керуванням



Реле дистанційного керування



Трансформатор дистанційного керування



Перемикачі дистанційного керування

5) Пристрої захисту кіл (захисні автомати для обладнання)

Ці пристрої включають захисники кіл (СР) та автоматичні вимикачі для обладнання (СВЕ).

Вони є ультрамалими автоматичними вимикачами, що мають функції перемикача та характеристики запобіжного захисту для захисту обладнання.



Захисний пристрій ланцюга

У виробничому обладнанні, а також різних машинах і пристроях на заводах використовується багато різноманітних двигунів. Ці двигуни вмикаються, вимикаються та захищаються за допомогою електромагнітних вимикачів.

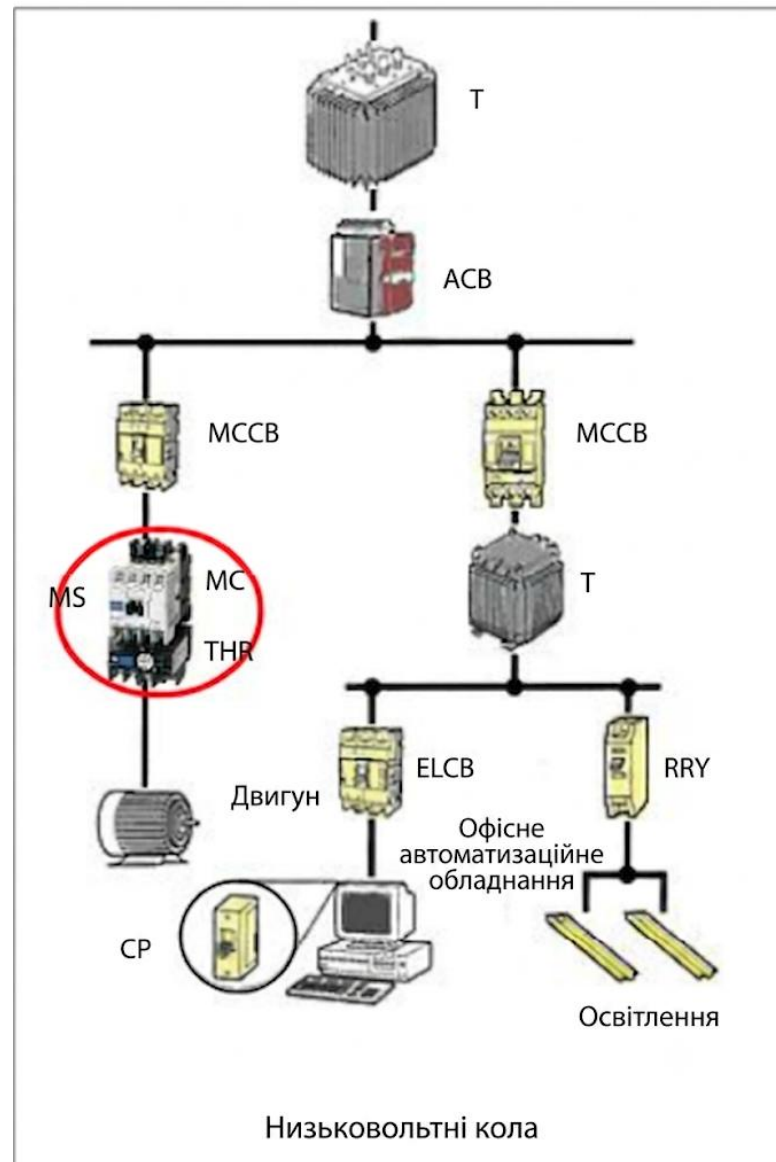
1) Електромагнітний вимикач (MS)

Ці пристрої створюються шляхом поєднання електромагнітних контакторів і теплових реле.

Основними типами є нереверсивні, які можуть обертати двигун лише в одному напрямку, та реверсивні, які можуть обертати двигун як у прямому, так і у зворотному напрямках.



Електромагнітні вимикачі використовуються для таких цілей: Запуск і зупинка двигунів, Запобігання згорянню двигуна



2) Електромагнітний контактор (МС)

Ці пристрої розмикають і замикають контакти за допомогою дії електромагніту, тому вони мають тривалий термін служби та можуть використовуватися для частого розмикання або замикання, наприклад, для керування роботою двигуна.

Ці пристрої включають високочутливі контактори, якими можна керувати за допомогою транзисторного виходу секвенсорів (контролерів), та безконтактні твердотільні контактори.



Електромагнітний контактор



Високочутливий контактор



Твердотільний контактор



Твердотільний контактор

3) Теплові реле (THR)

Ці пристрої найчастіше використовуються для захисту двигунів від перевантажень. У разі перевантаження біметалева пластина реагує на тепло, спричинене надлишковим електричним струмом, і розмикає внутрішній контакт. Ця дія припиняє збудження котушки, підключеної до цього контакту, розмикаючи електромагнітний контактор і тим самим захищаючи двигун.



Теплове реле

У цьому розділі ви дізналися про таке:

- Обладнання для розподілу електроенергії та керування від Mitsubishi класифікується на високовольтні пристрої, вимірювальні прилади, низьковольтні автоматичні вимикачі та електромагнітні вимикачі (пускачі).
- Високовольтні пристрої в основному використовуються у високовольтному приймальному обладнанні шафового (коміркового) типу і включають щоголові повітряні вимикачі (PAS), комбіновані трансформатори напруги та струму (VCT) для електропостачання та приймання, роз'єднувачі (DS), трансформатори струму (CT), реле максимального струму (OCR), вакуумні автоматичні вимикачі (VCB), вимикачі навантаження із силовими запобіжниками (LBS з PF), силові запобіжники (PF), трансформатори (T), вакуумні електромагнітні контактори (VMC), статичні конденсатори (SC), послідовні реактори (SR) та грозорозрядники (LA).
- Окрім комбінованих трансформаторів напруги та трансформаторів струму (VT, CT), лічильників ват-годин (електроенергії) (WHM), індикаторних лічильників електроенергії (M) та вимірювальних перетворювачів (TD), до вимірювальних приладів також належать автоматичні регулятори коефіцієнта потужності (APFC), лічильники максимальної потужності (DM) для моніторингу та контролю, а також реле часу (таймери) (TS).
- Низьковольтні автоматичні вимикачі включають автоматичні вимикачі в литому корпусі (MCCB) для електропроводки, автоматичні вимикачі струмів витоку на землю (ELCB), повітряні автоматичні вимикачі (ACB), пристрої з дистанційним керуванням, такі як реле дистанційного керування (RRY), та пристрої захисту кіл (CP).
- Електромагнітні вимикачі (MS) створюються шляхом поєднання електромагнітних контакторів (MC) та теплових реле (THR).

Офіційний дистриб'ютор в Україні



ТОВ «КСК-Автоматизація»

Адреса: [02660, м. Київ, вул. Євгена Сверстюка, 4-Б](#)

Телефон: [+38 \(044\) 494-33-55](tel:+380444943355)

E-mail: kck@kck.ua

Вебсайт: kck.ua