



ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ І ЗАКони МАГНІТНИХ КІЛ

1. Як проявляє себе магнітне поле
2. Параметри, що характеризують магнітне поле

Магнітний потік Φ

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

Індукція магнітного поля $\vec{B}$ $B = \frac{\Delta \Phi}{\Delta S}$ $B = \frac{\Phi}{S}$

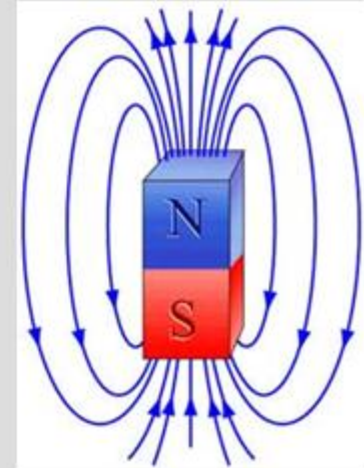
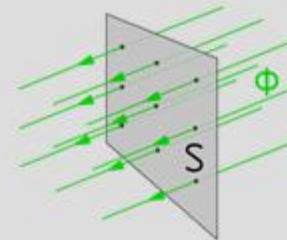
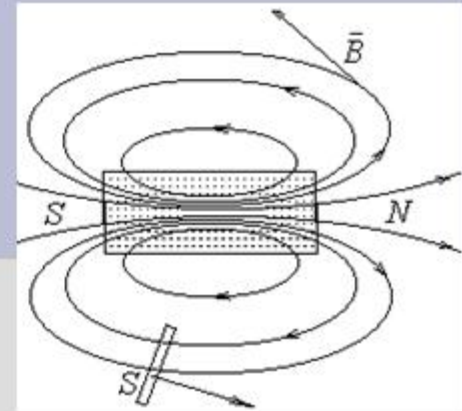
Напруженість магнітного поля $\vec{H}$ $\vec{B} = \mu_a \vec{H}$

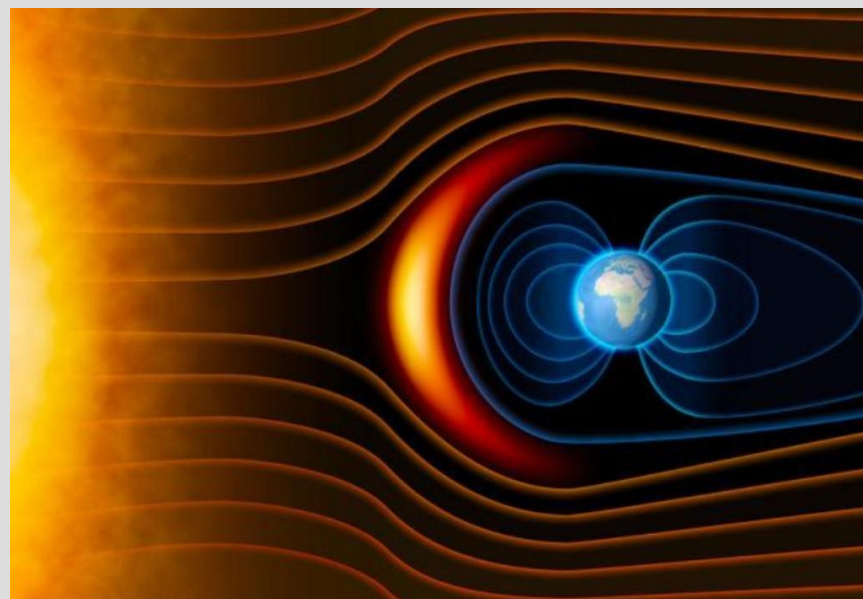
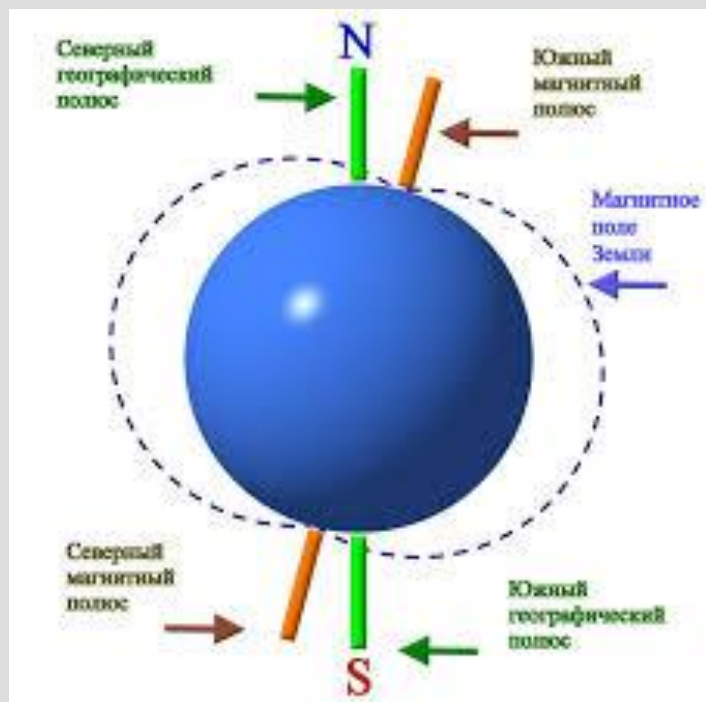
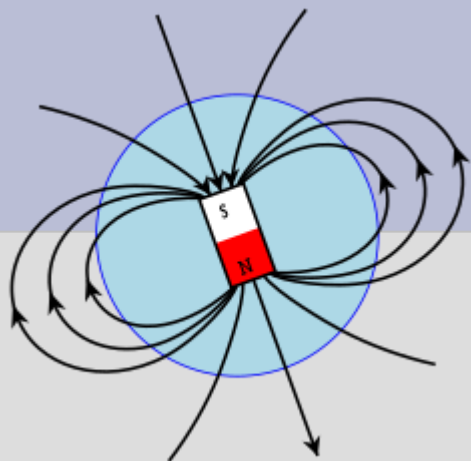
Відносна магнітна проникливість $\mu_r = \mu_a / \mu_0$

В вакуумі $B = \mu_0 H$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$

Потік вектору індукції магнітного поля
через замкнену поверхню

$$\Phi = \oint_S \vec{B} d\vec{s} = 0$$

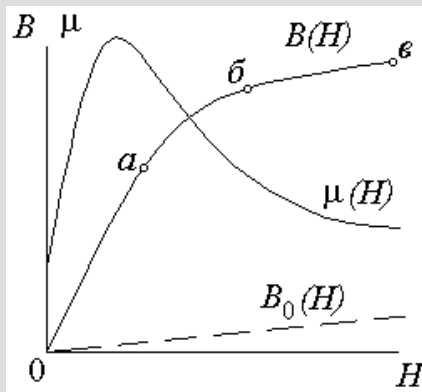




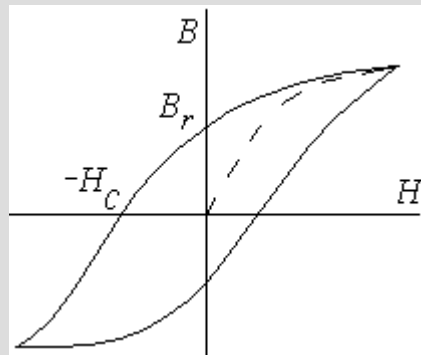
Магнітні властивості матеріалів

Немагнітні матеріали (пара- і діамагнетики):
відносна магнітна проникливість $\mu_r \approx 1$.

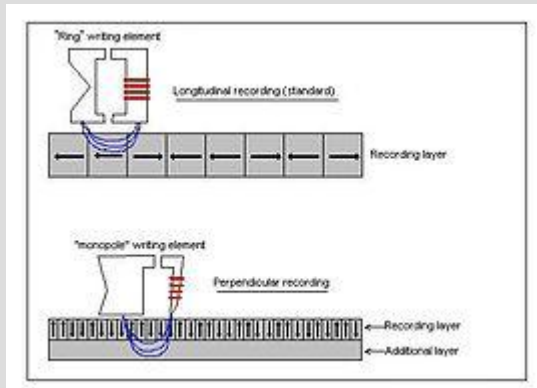
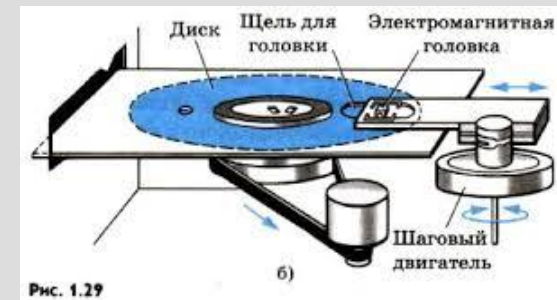
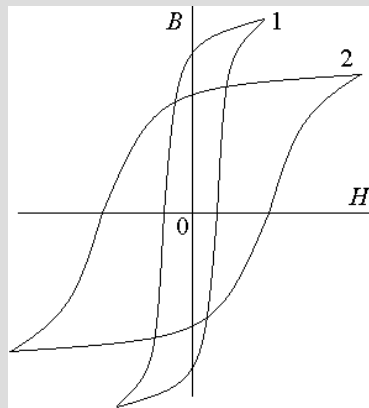
Магнітні матеріали (ферромагнетики): відносна магнітна
проникливість $\mu_r \gg 1$.



Крива намагнічування $B(H)$ та
залежність $\mu(H)$ для ферромагнетиків



Петля гістерезису



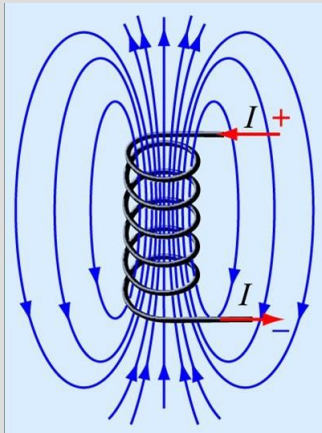
Закон електромагнітної індукції

Електромагнітною індукцією називають явище збудження ЕРС у контурі при зміні магнітного потоку, зчепленого з ним. Індукована ЕРС дорівнює швидкості потоку, зчепленого з контуром

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

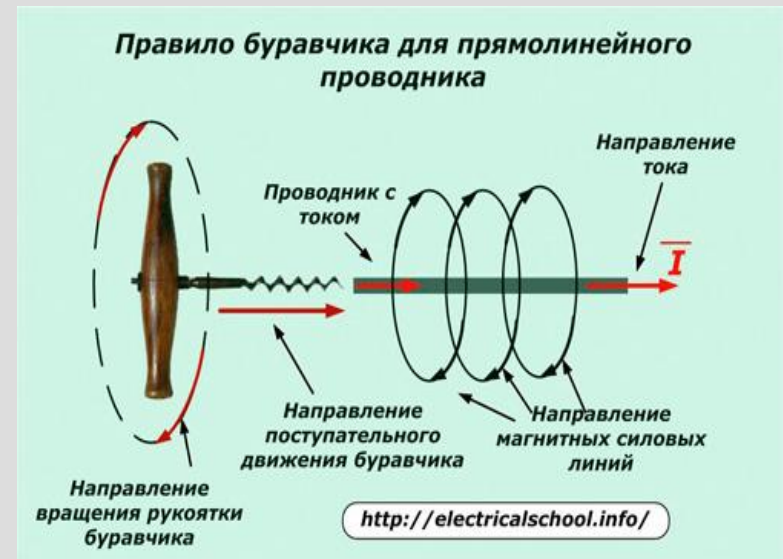
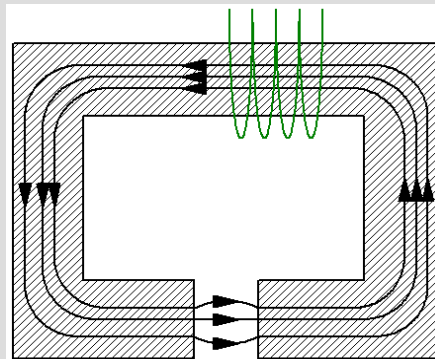
Правило Ленца

Струм, створюваний у замкнутому контурі індукованої ЕРС, завжди має такий напрям, що магнітний потік струму протидіє зміні магнітного потоку зовнішнього поля, яке його спричинило



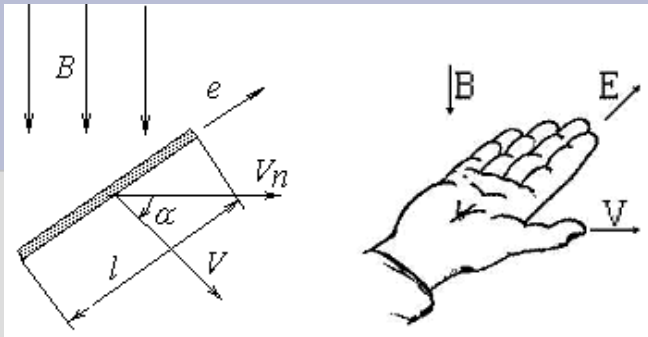
Магнітне поле багатовиткової обмотки

$$e = -w \frac{d\Phi}{dt}$$



Закон електромагнітної індукції

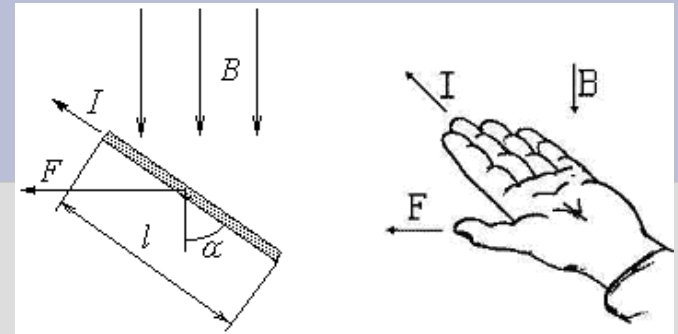
$$E = B \cdot l \cdot V \sin \alpha$$



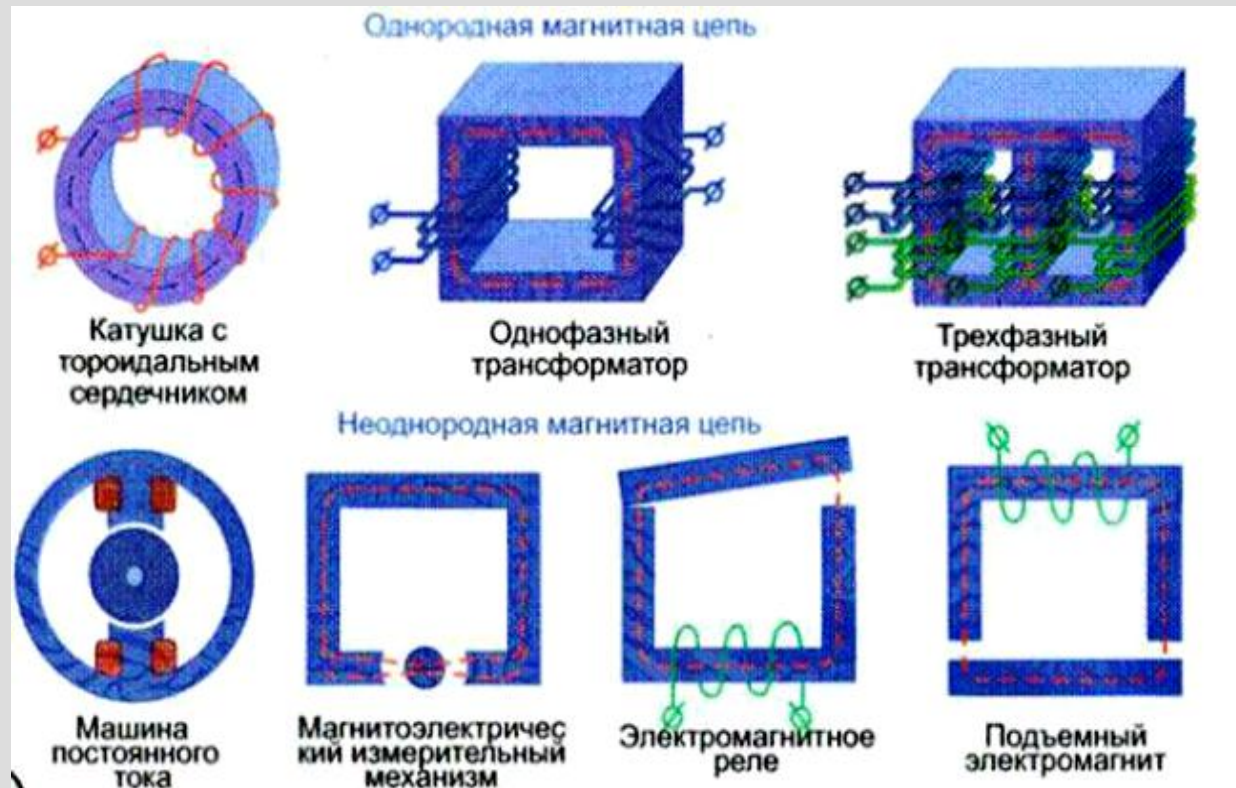
правило правої руки

Закон Ампера

$$F = B \cdot l \cdot I \sin \alpha$$



правило лівої руки



Електромагніти силові

До силових відносять тягові, вантажопідйомні і гальмівні електромагніти, що перетворюють електричну енергію у механічну.

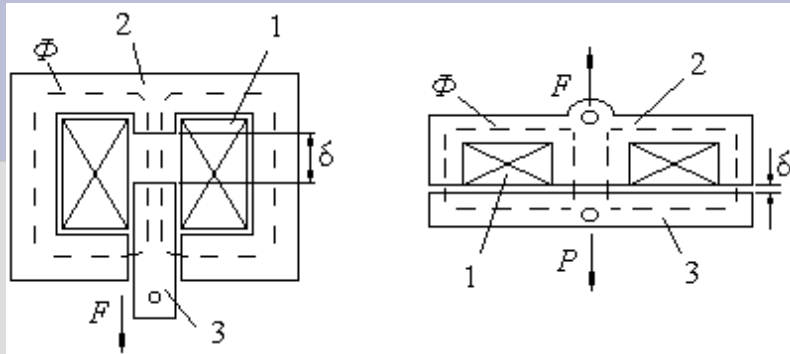


Схема тягового (а) і вантажопідйомного (б) електромагнітів: 1 – обмотка; 2 – осердя; 3 – якорь

Сила тяги одного полюса електромагніта:

$$F = \frac{P}{2} = \frac{B^2 S}{2 \cdot \mu_0} = \frac{\Phi^2}{2 \cdot \mu_0 S}$$

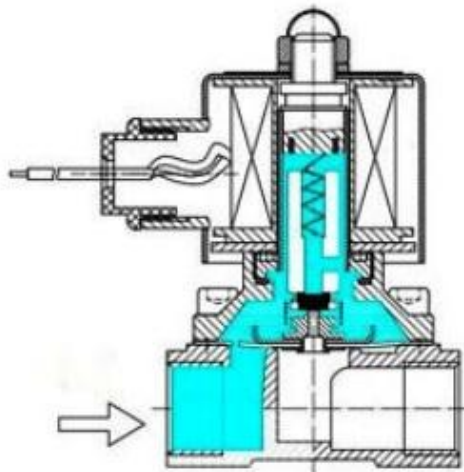


Дроселі

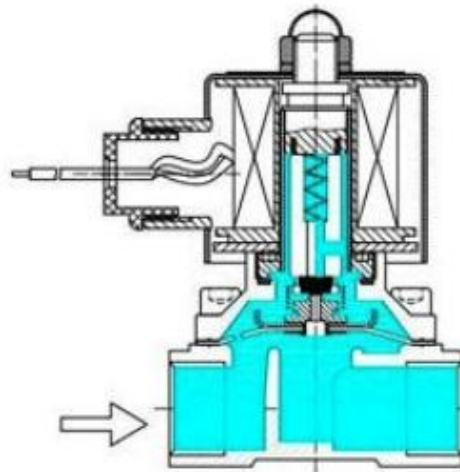


Електромагнітні клапани

Ток через катушку отсутствует -
трубопровод перекрыт

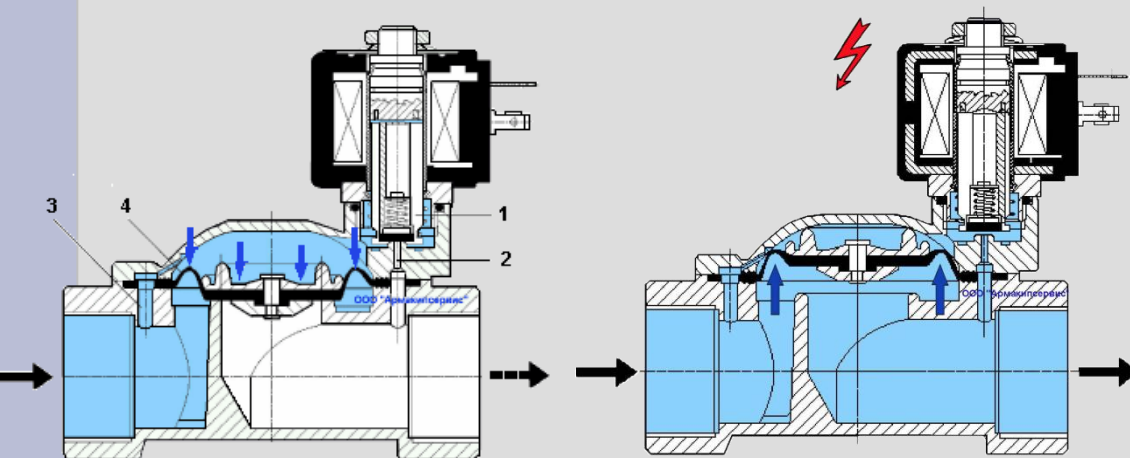


Ток через катушку подан -
трубопровод открыт



Нормально-закрытый клапан прямого действия

Електромагнітний клапан являє собою вид запірно-регулюючої арматури, яка монтується на трубопровід з метою дистанційного відкриття / закриття потоку: стисненого повітря, пара, води (гарячої й холодної, технічної), тосола, нафтопродуктів, масла, спирту та ін.

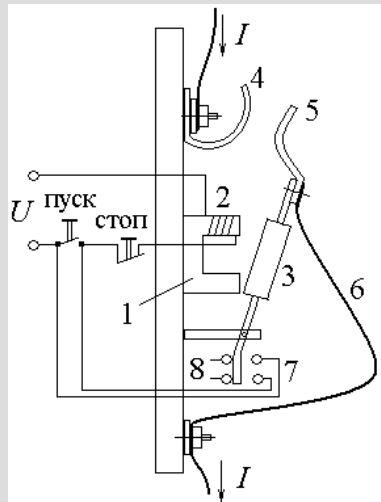


<http://kip-expert.by>

Комутаційні, пускорегулювальні та захисні апарати

Контактори

Контактор – двопозиційний апарат, призначений для частих вмикань та вимикань електродвигунів та інших силових кіл змінного струму з напругою до 660 В і кіл постійного струму з напругою до 440 В. По суті контактор – це вимикач з електромагнітним керуванням. Його головні (лінійні) контакти, які вмикаються послідовно у силове коло, замикаються силою тяги електромагніта зі струмом у допоміжному (оперативному) колі.

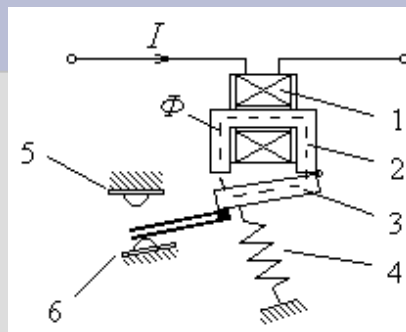


Якщо замкнути коло паралельно ввімкнутій у коло котушки 2 електромагніта 1 (натисканням кнопки «Пуск»), то сталевий якор 3 притягнеться до осердя і замкнуться головні контакти 4, 5 (рис.7.5,а). В результаті через гнучкий провідник 6 замкнеться силове коло зі струмом I у навантаженні, наприклад електродвигун з джерелом живлення. Одночасно перемикаються блокувальні контакти 7 і 8, і замикальні контакти 7 шунтують пускову кнопку. Відключення з поверненням його у вихідне положення під дією власної маси і зворотної пружини (при її наявності) здійснюється через розрив кола струму в котушці 2 (натисканням кнопки «Стоп»)

Реле захисні

Електричним реле називають апарат, призначений для автоматичного спрацьовування (включення або відключення) при зміні якогось електричного параметра кола (струму, напруги тощо) або неелектричного параметра, на який він має реагувати

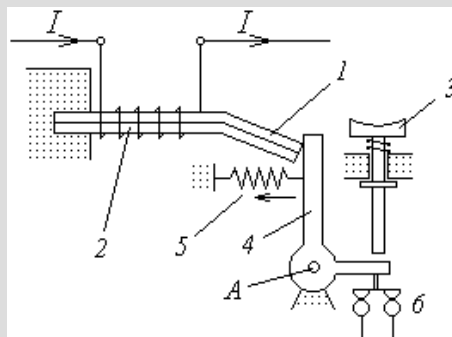
Реле максимального струму



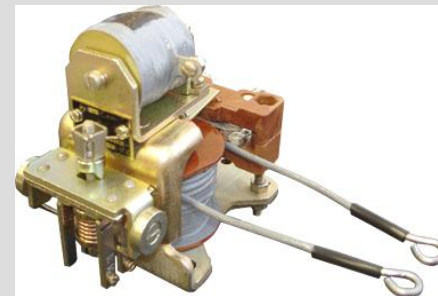
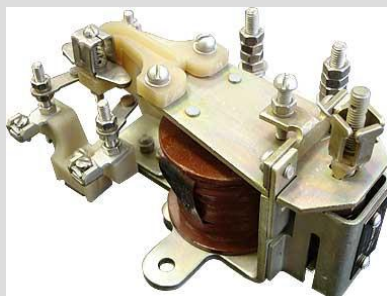
Конструктивна схема реле максимального струму: 1 – обмотка; 2 – осердя; 3 – якор; 4 – пружина; 5 – контакти замикальні; 6 – контакти розмикальні

Тепловое реле

Теплове реле призначено для захисту електроапаратури від тривалих перевантажень



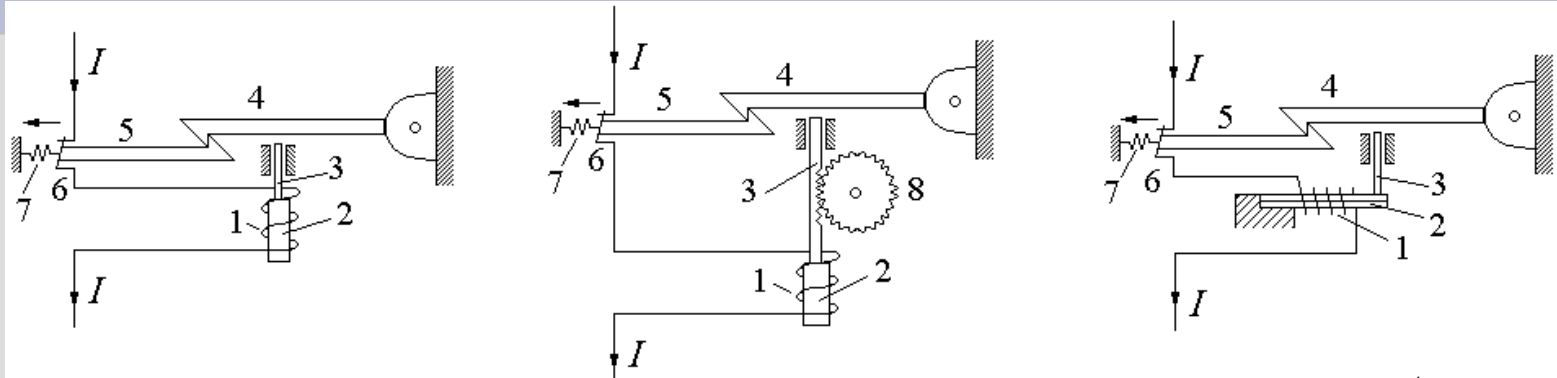
При нагріві біметалічна пластина 1 у нагрівачу 2 (ніхромова проволока) деформується, її зігнутий кінець піднімається і вивільняє важіль 4 при спрацьовуванні. Важіль 4 обертається пружиною 5 вліво відносно осі А і своїм кінцем розмикає нормально замкнені контакти 6 кола керування двигуна. Після охолодження пластини протягом 3-5 мін вихідний стан реле може бути відновлений натисканням на кнопку повернення 3



Реле максимального струму серії РЕВ570 (а), реле теплове РТТ – 141 (б) та реле максимального струму з самоповерненням РЕМ65

Повітряні автоматичні вимикачі

Повітряний автоматичний вимикач (автомат) – це комплектний комутаційний апарат багаторазової дії, який складається з силових контактів з дугогасильним пристроєм, механізму вільного розчеплення, елементів захисту – розчіплювачів та привода. В електричних колах вони виконують функції рубильника та запобіжника



автомат з *електромагнітним* розчіплювачем максимального струму

електромагнітний розчіплювач максимального струму годинниковим механізмом 8, який гальмує переміщення ударника 3 при струмах спрацьовування на заданий час

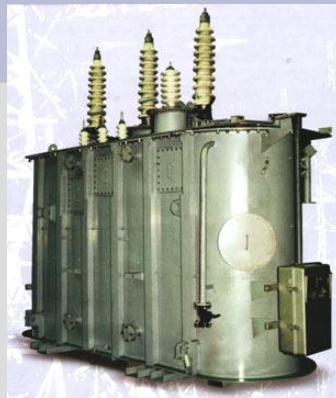
автомат з тепловим розчіплювачем



Загальний вигляд установочних автоматів серій А 3700 (а), ВА-СЭЩ (б) та ВА57-39 (в)

ТРАНСФОРМАТОРИ

Трансформатор – це статичний електромагнітний пристрій, призначений для перетворення змінних напруги і струму по величині із збереженням їх частоти



Однофазний двообмотковий трансформатор

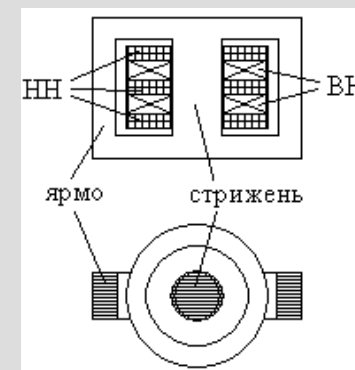
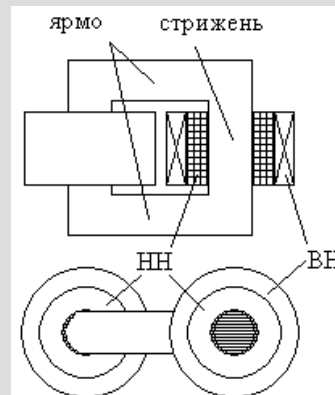
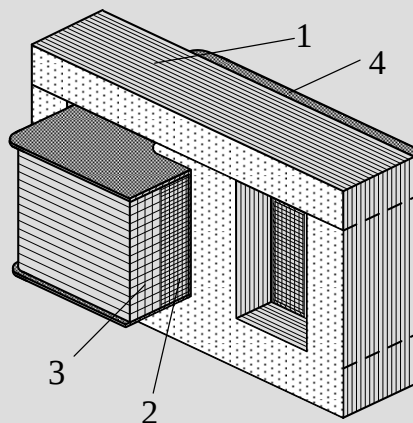
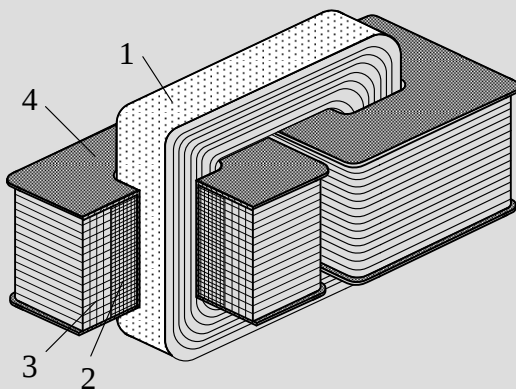
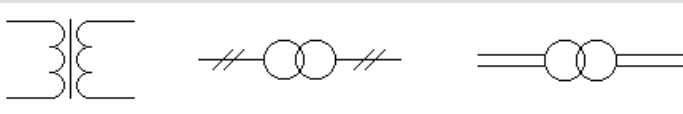
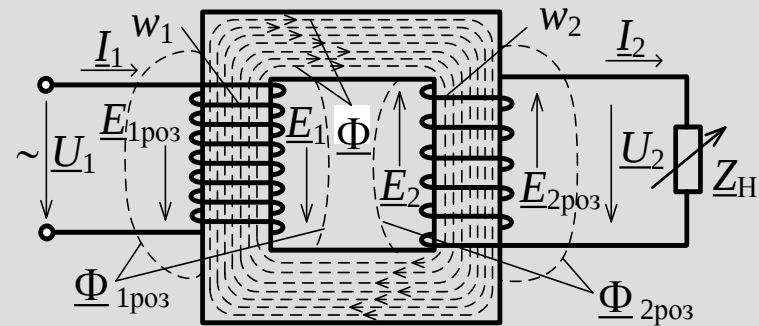
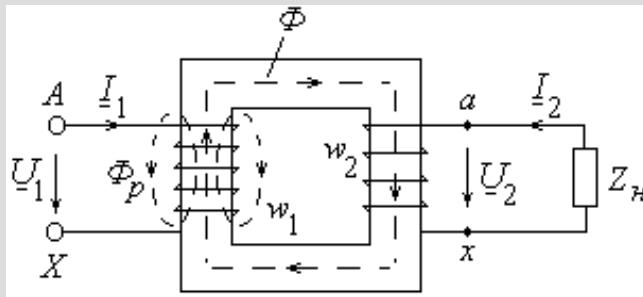
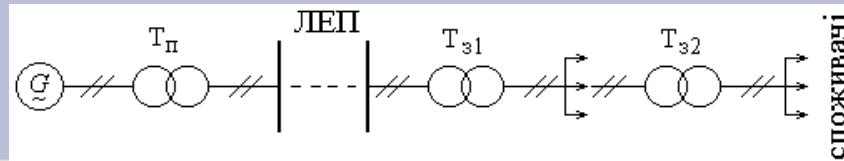


Схема передачі електроенергії від електростанції до споживачів



$$e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad E_1 = 4,44 \cdot w_1 \cdot f \cdot \Phi_m$$

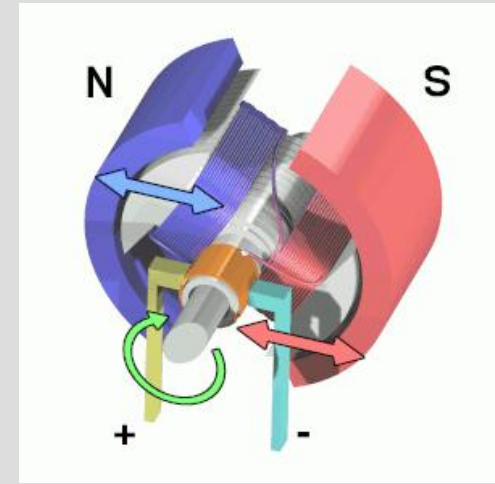
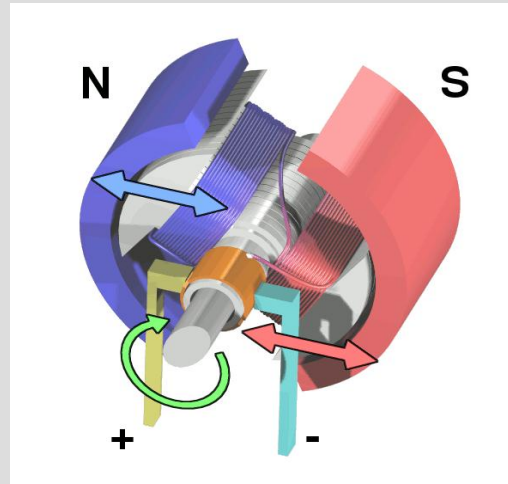
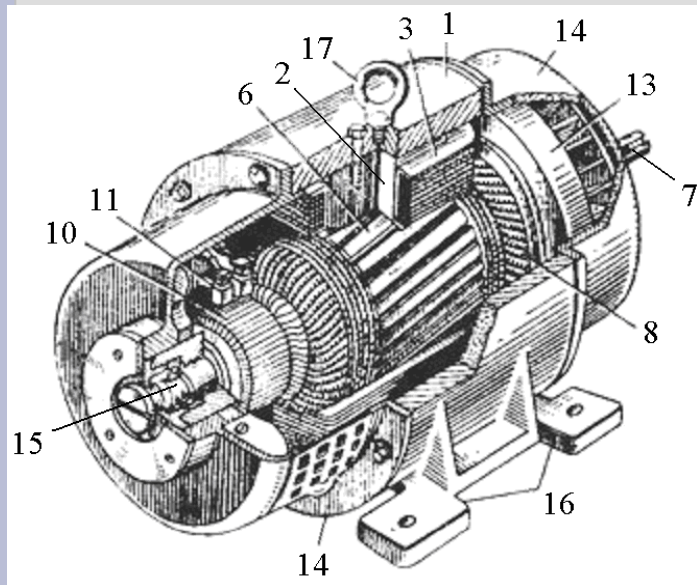
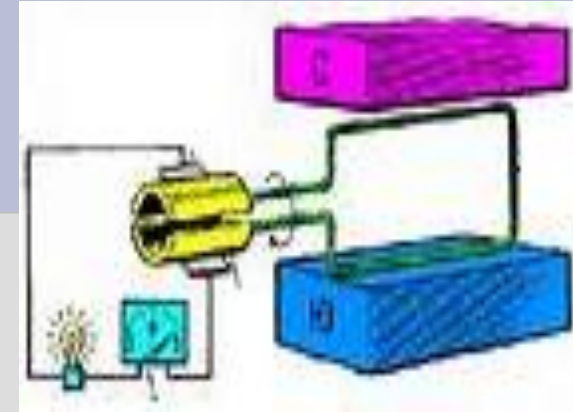
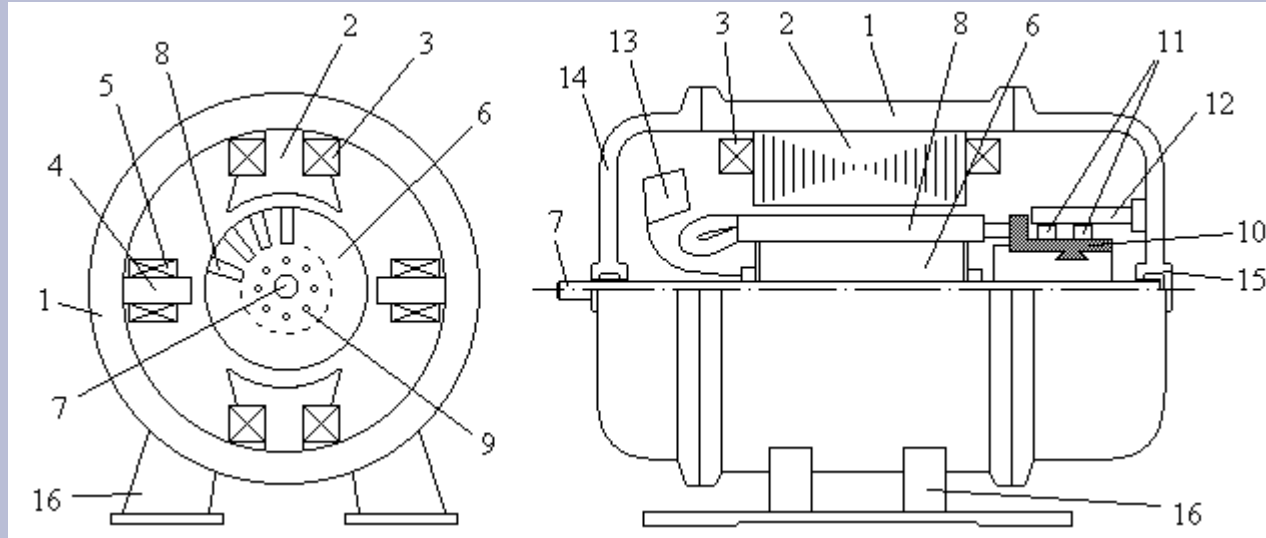
$$e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad E_2 = 4,44 \cdot w_2 \cdot f \cdot \Phi_m$$

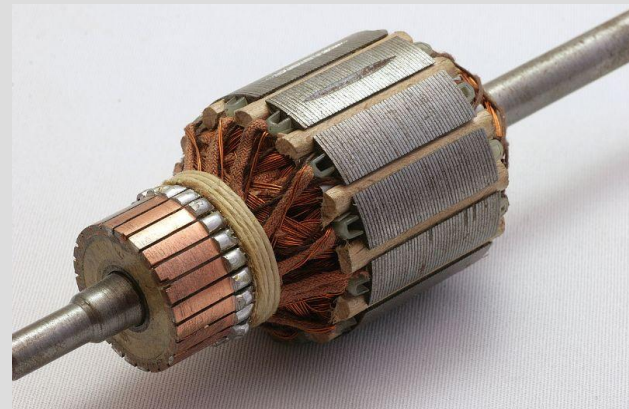
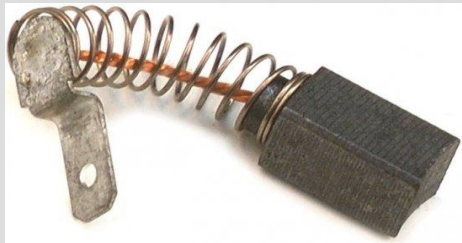
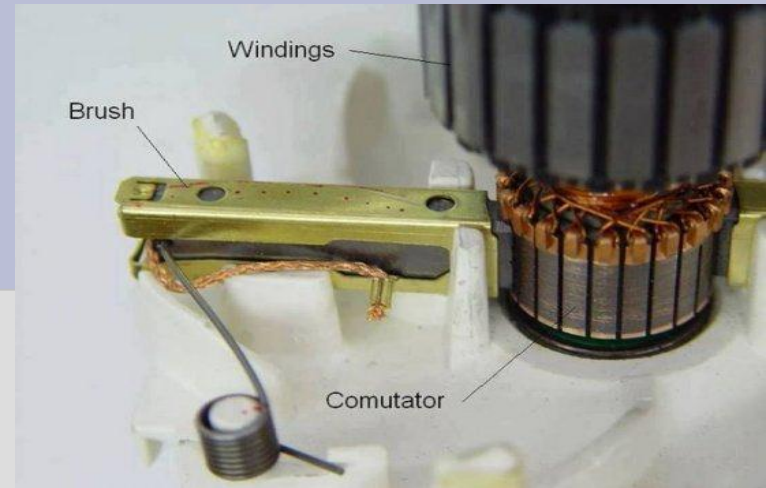
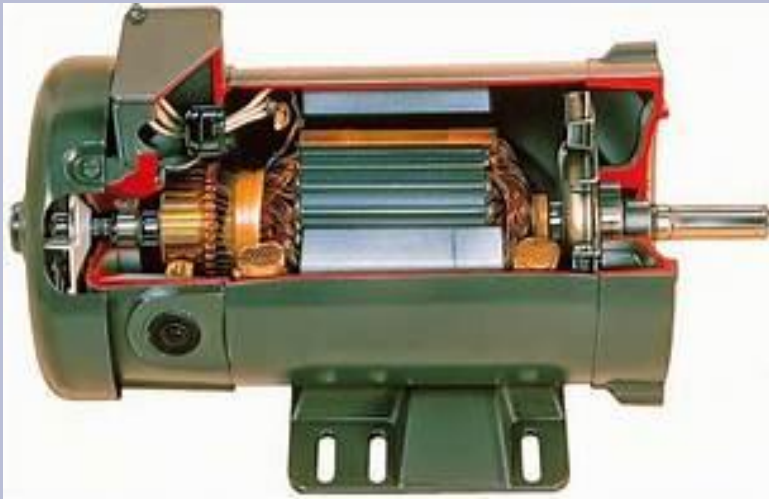
$$k = \frac{e_{BH}}{e_{HH}} = \frac{E_{BH}}{E_{HH}} = \frac{w_{BH}}{w_{HH}}$$

три основні режими роботи трансформатора:
неробочого ходу (НХ),
короткого замикання (КЗ),
навантаження



ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

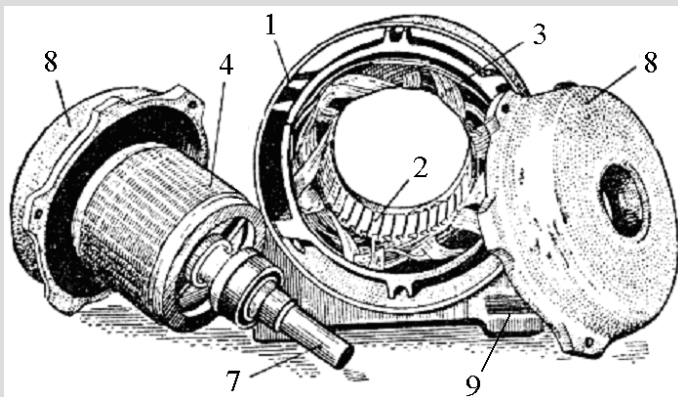
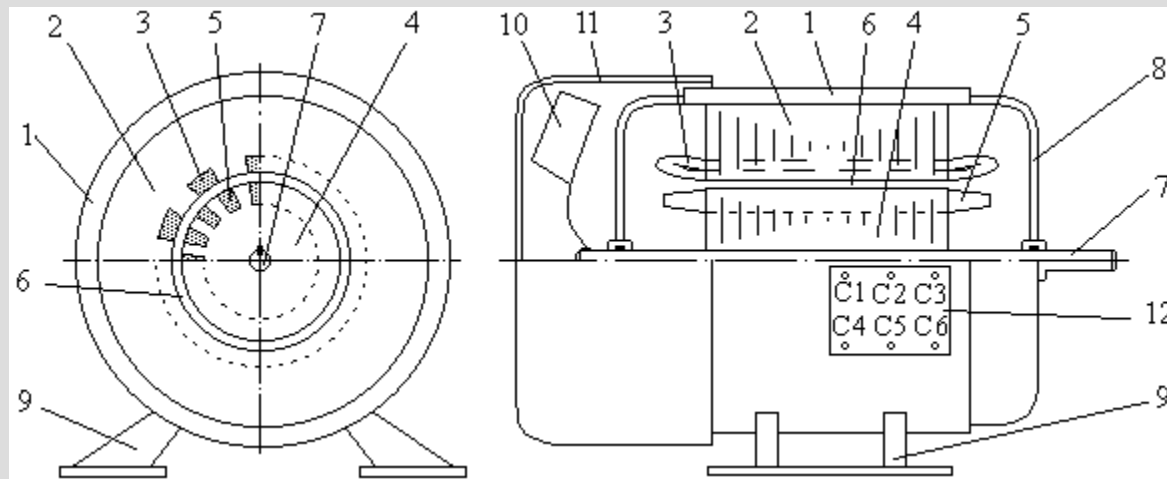




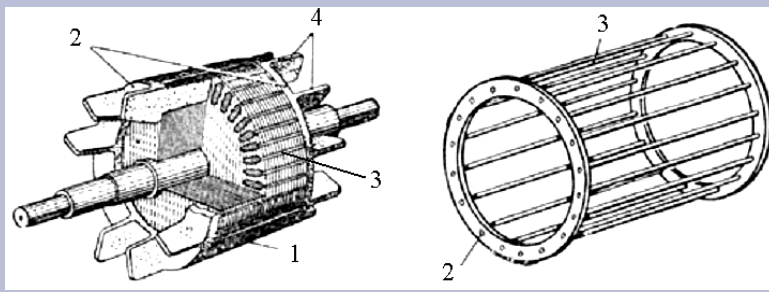
ТРИФАЗНІ АСИНХРОННІ ДВИГУНИ

До асинхронних відносять машини змінного струму, частота обертання ротора n_2 яких при постійній частоті змінного струму джерела f змінюється зі змінюванням навантаження і відрізняється від синхронної частоти, тобто від частоти обертання магнітного поля статора n_1 . «Асинхронний» – *неодночасний*.

Будова асинхронного двигуна



трифазний
асинхронний двигун з
короткозамкненим
ротором серія АІР



Короткозамкнений ротор: конструктивний (а) і схематичний (б) вигляд: 1 – осердя ротора; 2 – торцеві кільця; 3 – стрижні; 4 – вентиляційні лопатки

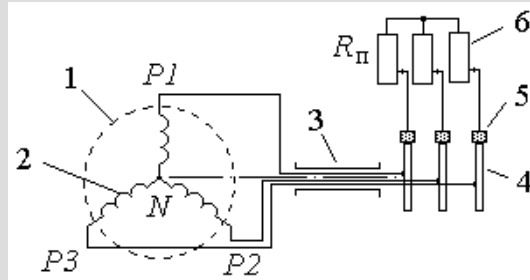
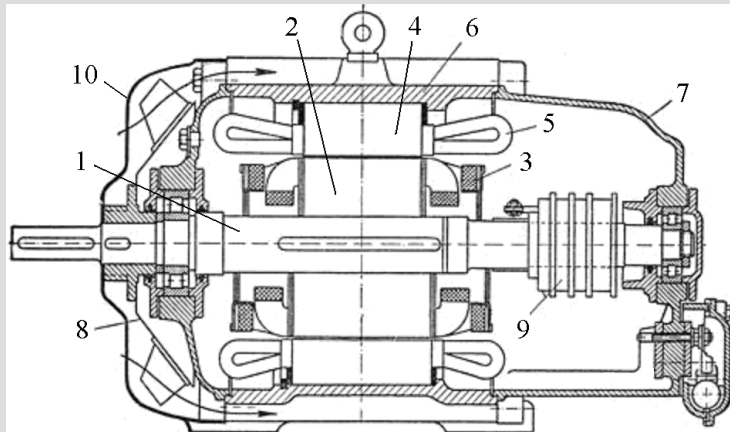


Схема фазного ротора асинхронного двигуна: 1 – ротор; 2 – трифазна обмотка; 3 – вал; 4 – контактні кільця; 5 – щітки; 6 – трифазний пусковий реостат



Переріз (а) та загальний вигляд (серія МТ) (б) асинхронного двигуна з фазним ротором: 1 - вал; 2 – осердя ротора; 3 - обмотка ротора; 4 – осердя статора; 5 - обмотка статора; 6 – корпус; 7 - підшипникові кришки; 8 – вентилятор; 9 - контактні кільця; 10 – вентиляційна кришка

Принцип дії асинхронного двигуна

Для утворення обертового магнітного поля необхідні дві умови.

Це *просторовий зсув* між обмотками (фазами), які утворюють магнітне поле, та *фазовий (часовий) зсув* між цими обмотками

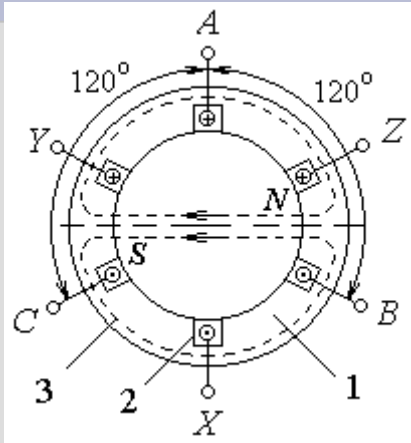


Схема статора двигуна:
1 – осердя; 2 – пази з обмоткою; 3 – магнітне поле

$$i_A = I_m \sin \omega t$$

$$B_A = B_m \sin \omega t$$

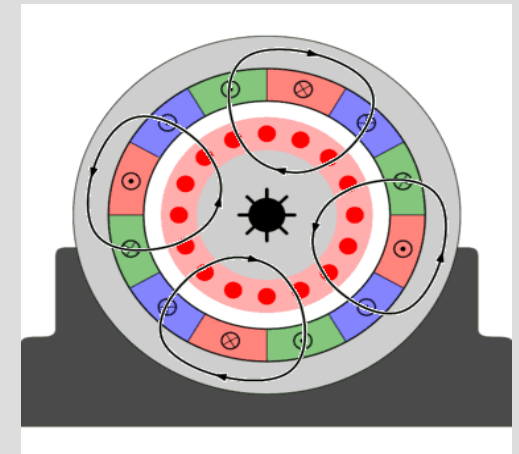
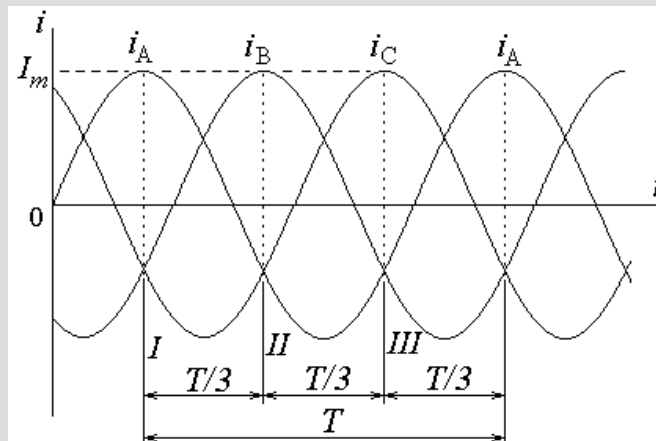
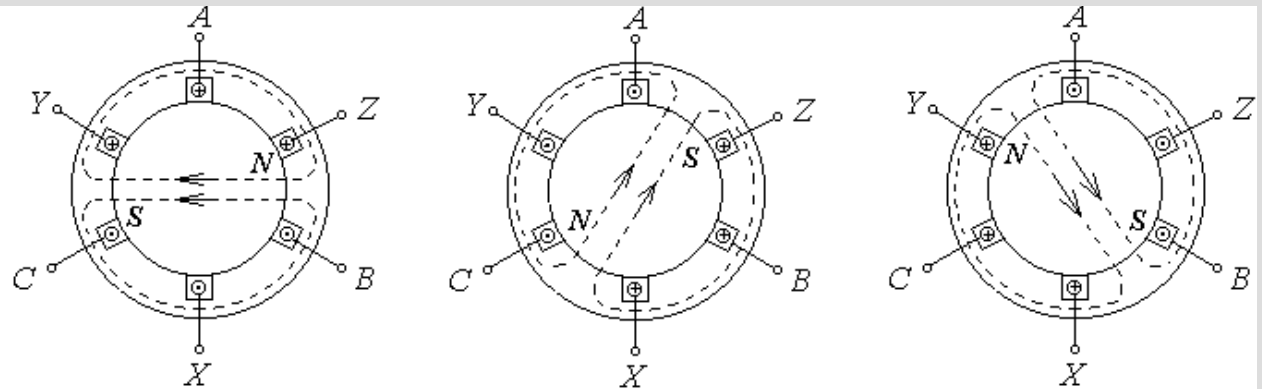
$$i_B = I_m \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$B_B = B_m \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_m \sin (\omega t + 120^\circ)$$

$$B_C = B_m \sin (\omega t + 120^\circ)$$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$$



Thanks for your attention