ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

План лекції:

1. Загальні відомості.

2. Асинхронні двигуни, переваги і недоліки.

3. Призначення і будова асинхронного двигуна

4. Принцип роботи асинхронного двигуна.

5. Види електричних двигунів, які використовуються в сільському господарстві.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.

У сільськогосподарському виробництві застосовується багато різних машин і агрегатів, які приводяться в дію електричними двигунами.

Найбільшу кількість електроенергії в агропромисловому виробництві – біля 70% - споживають електродвигуни:

- 1990 рік - 30, 1 млрд.кВтгод електроенергії, (10, 1%);

- 2006 рік – 2, 52 млрд.кВтгод електроенергії, (1, 4%);

- 2018 рік – 4, 87 млрд.кВтгод електроенергії, (3, 7%).

***Електричний двигун** - це електрична машина, яка перетворює електричну енергію в механічну. З усіх різновидів електродвигунів найширшого застосування в промисловості та сільському господарстві знайшов трифазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором. Близько 95% електродвигунів - це асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором серій А, А2, АО, АО2, 4А , 4АМ і АИР тощо.*

Призначення електричної машини:

Електрична машина - електромагнітний пристрій, що складається зі статора і ротора, який перетворює - механічну енергію в електричну (генератори) - або електричну в механічну (електричні двигуни) і приводить в рух робочу машину.

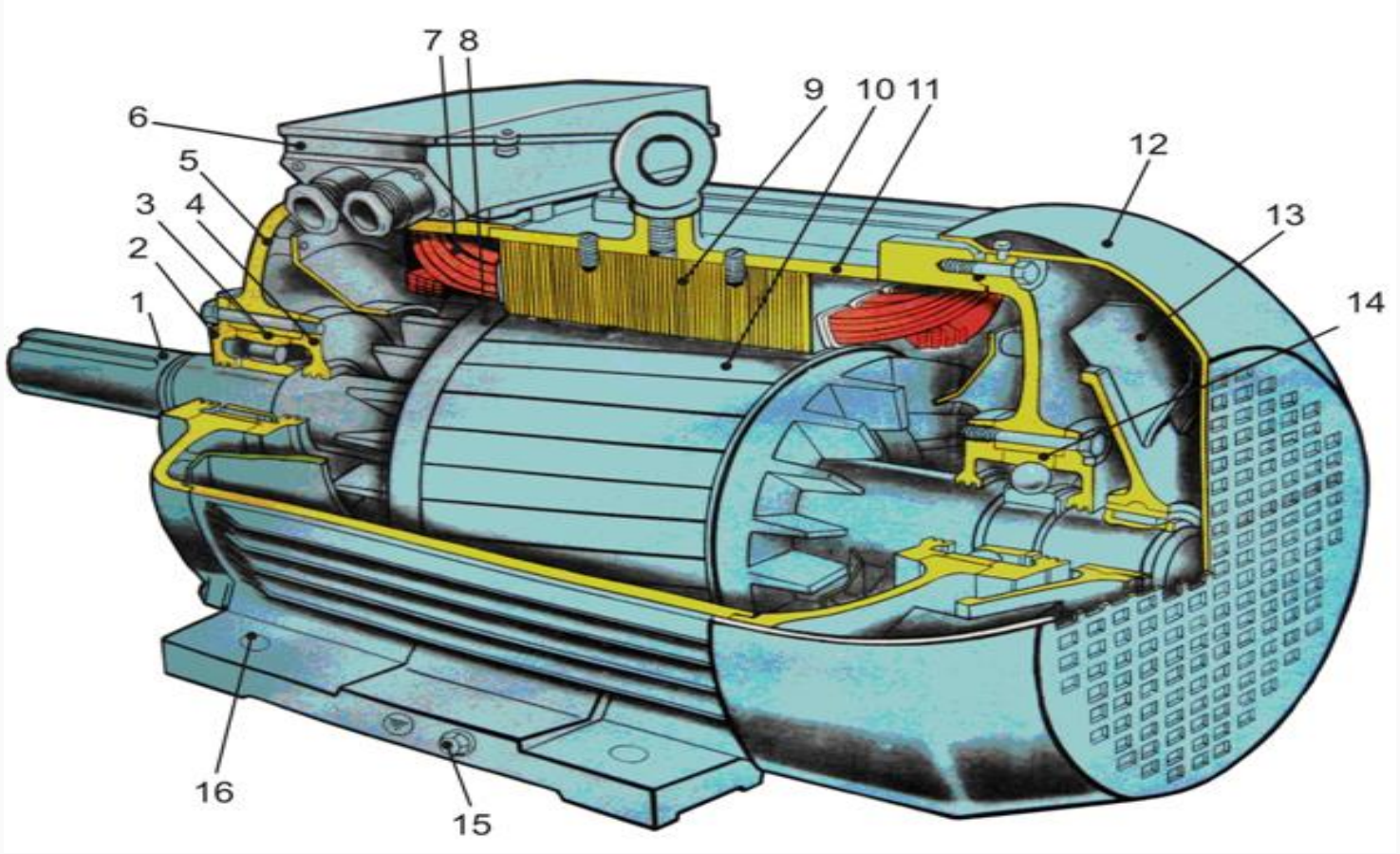


Рис. 1. Конструктивна схема асинхронної машини з короткозамкненим ротором

1 – вал; 2 – зовнішня кришка підшипника; 3 – роликовий підшипник; 4 – внутрішня кришка підшипника; 5 – підшипниковий щит; 6 – коробка виводів; 7 – обмотка статора; 8 – обмотка ротора; 9 – осердя статора; 10 – осердя ротора; 11 – кожух електродвигуна; 12 – кожух вентилятора; 13 – вентилятор; 14 – шариковий підшипник 15 – болт заземлення; 16 – отвори для болта кріплення електродвигуна

2. АСИНХРОННІ ДВИГУНИ, ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ.

Асинхронний електродвигун

Асинхронний електродвигун – основний вид електроприводу в промисловості, сільському господарстві та побуті (більше 90 %).

«Асинхронний» (грец.) означає неодночасний. Цим підкреслюється різниця в частотах обертового магнітного поля статора і ротора .

Переваги:

-Простий за конструкцією;

-Електрична енергія в ротор передається через магнітне поле;

-Високий ККД (70-80 %);

-Надійний в роботі;

-Високий пусковий момент;

-Малі затрати на обслуговування.

3. ПРИЗНАЧЕННЯ І БУДОВА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Будова трифазного асинхронного електродвигуна

Статор *електродвигуна складається з*

1. ***корпусу,***
2. ***осердя***
3. ***трифазної обмотки.***

1. ***Корпус*** *виготовляють з чавуну, сталі або сплаву алюмінію.*
2. ***Осердя*** *статора набираються зі штампованих листів електротехнічної сталі у вигляді кілець. Листи сталі мають товщину 0,35 чи 0,5 мм, поверхня вкрита ізоляційним лаком чи окисною плівкою для зменшення втрат енергії на вихрові струми при перемагнічуванні сталі осердя.*

3. На внутрішній поверхні осердя завдяки формі кожного кільця, утворюються поздовжні пази, в які вкладають ***трифазну обмотку*** *прямокутно-овальної форми з мідного, рідше алюмінієвого проводу круглого перерізу, ізольованого по поверхні емалевою (лаковою) ізоляцією.*

Головне призначення обмотки статора – створення в машині обертового магнітного поля.

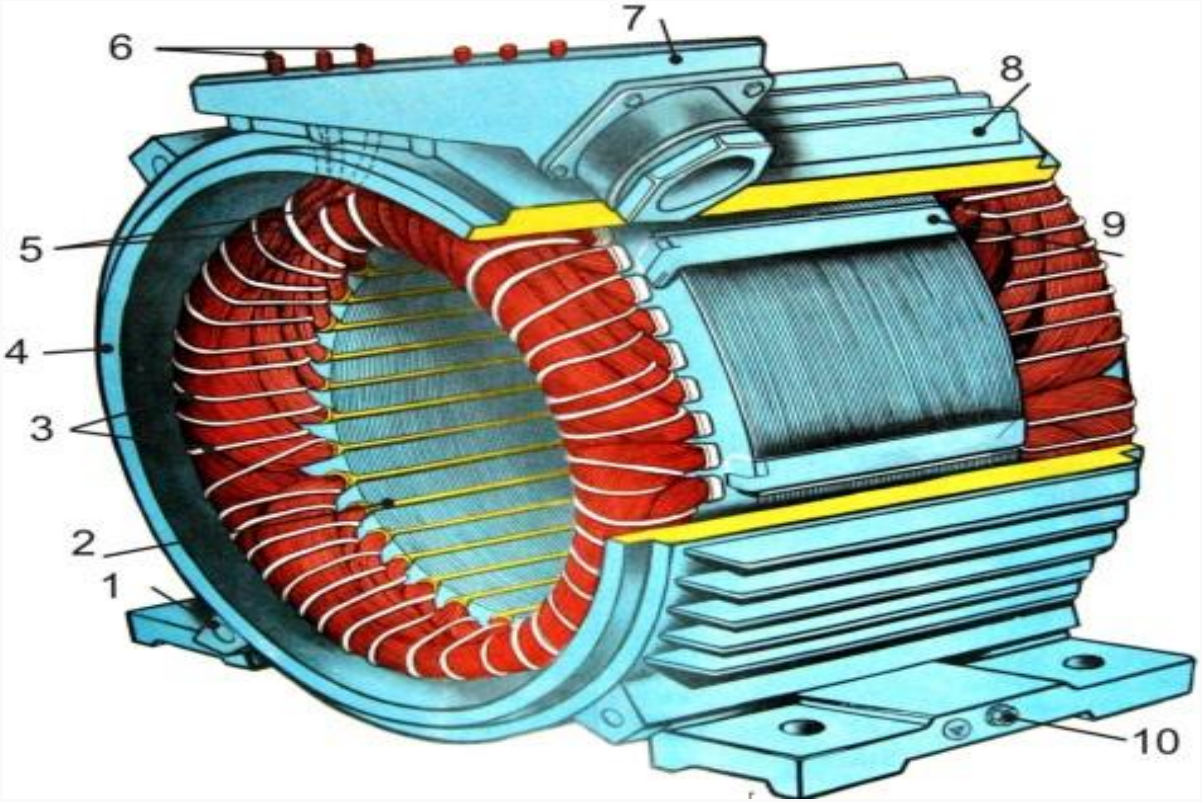


Рис. 2. Конструктивна схема статора асинхронної машини

1 – отвори для кріплення підшипникових щитів;
2 – клинова кришка для обмотки в пазу;
3 – бандаж кріплення лобової частини обмоток;
4 – корпус; 5 – вивідні кінці; 6 – контактні болти коробки виводів;
7 – корпус коробки виводів; 8 – ребра; 9 – скоби кріплення осердя; 10 – болт заземлення.

Короткозамкнений ***ротор*** *складається зі стального вала, що опирається на два підшипники; на частину між підшипниками жорстко кріпиться осердя, що набирається, як і осердя статора, з окремих листів електротехнічної сталі у вигляді плоских дисків з отвором під вал по центру. На зовнішній поверхні осердя ротора після складання утворюються пази, в які закладають мідні чи алюмінієві стрижні без ізоляції, які утворюють короткозамкнену обмотку ротора. На торцях осердя ротора стрижні з'єднують між собою мідними чи алюмінієвими кільцями.*

Короткозамкнена обмотка ротора без осердя нагадує за конструкцією клітку. Трифазний електродвигун з такою будовою ротора одержав назву асинхронного з короткозамкненим ротором.

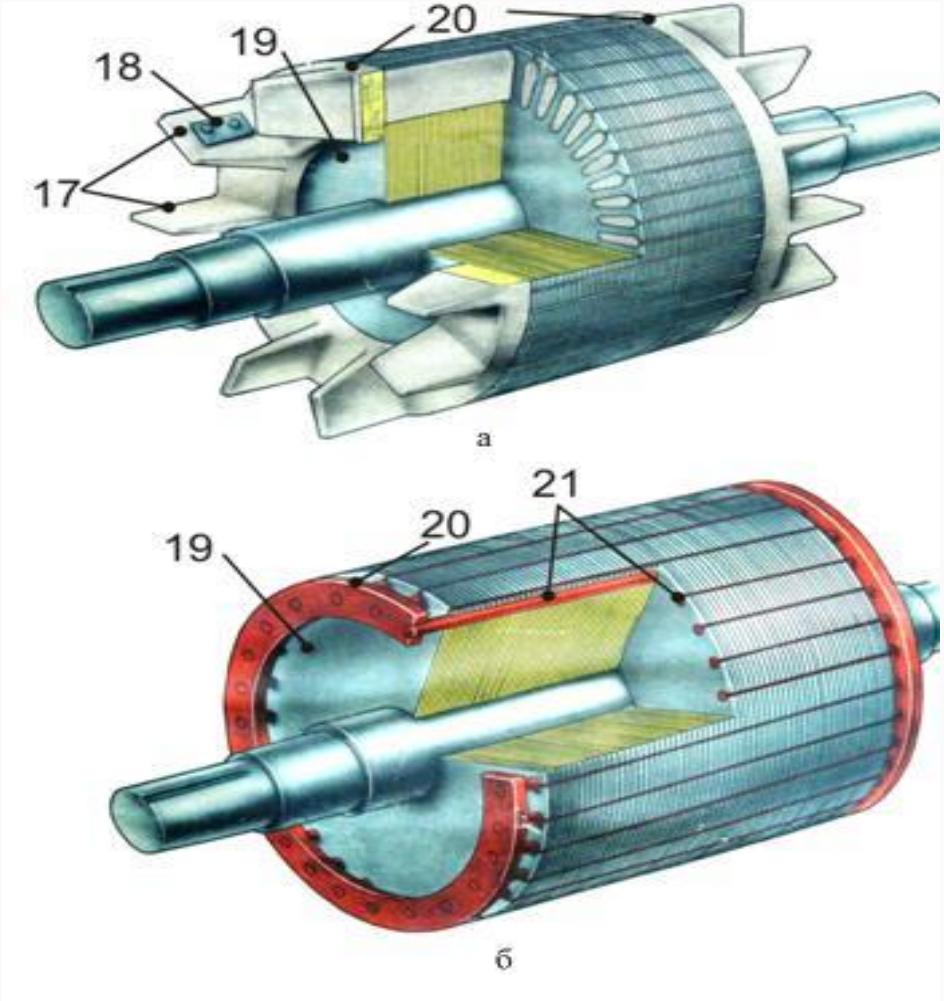


Рис. 3. – Конструктивна схема ротора асинхронної машини:

а) – ротор з литою "білячою кліткою"; б) – ротор із звареною "білячою кліткою"
17 – вентиляційні лопатки; 18 – балансувальний тягар; 19 – осердя ротора; 20 – короткозамкнуті кільця; 21 – стрижні в пазах.

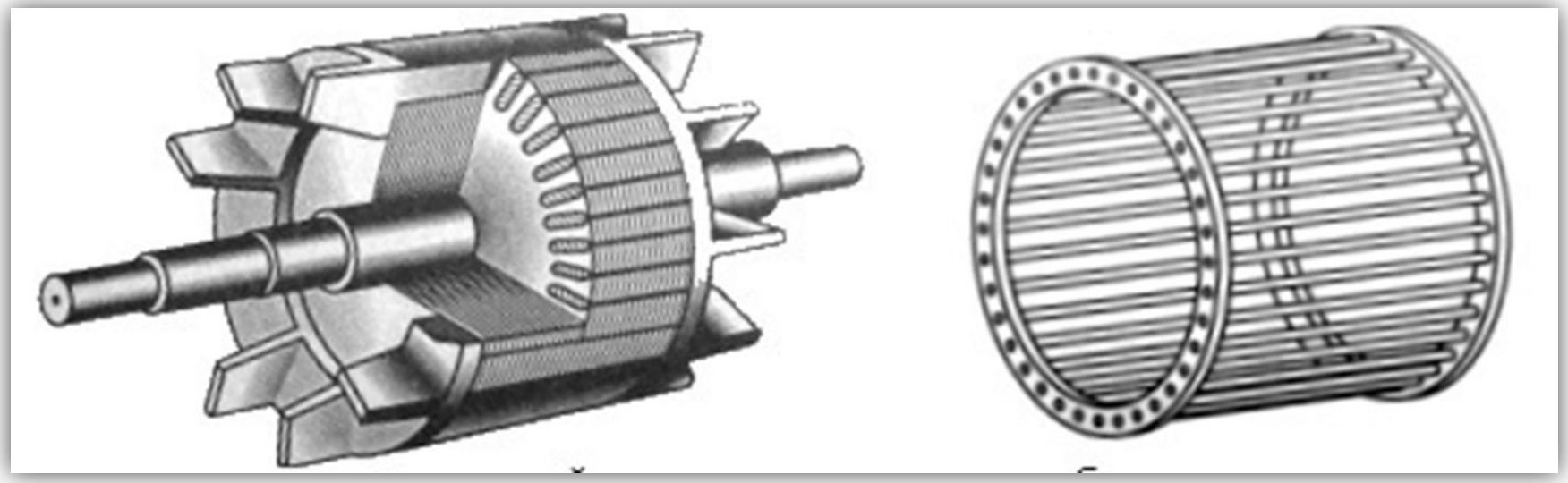


Рис. 4. – Короткозамкнутий ротор і «біляча клітка»

ПОПЕРЕДУ НАЙЦІКАВІШЕ!
☺
© Eric Fisher / Comedy Wildlife Photography Awa

4. ПРИНЦИП РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.

Принцип дії *електричних машин заснований на:*

- *законі електромагнітної індукції,*
- *законі Ампера,*
- *явищі обертового магнітного поля*

Відповідно до закону електромагнітної індукції, відкритому М. Фарадеєм в 1831р, у провіднику, поміщеному в магнітне поле і який рухається відносно його зі швидкістю ***v****, наводиться ЕРС, напрямок якої визначається правилом буравчика або правилом правої руки.*

Закон електромагнітної індукції: *якщо провідник довжиною* ***l*** *рівномірно рухається перпендикулярно силовим лініям магнітного поля, то значення ЕРС, що наводиться в провіднику дорівнює:*

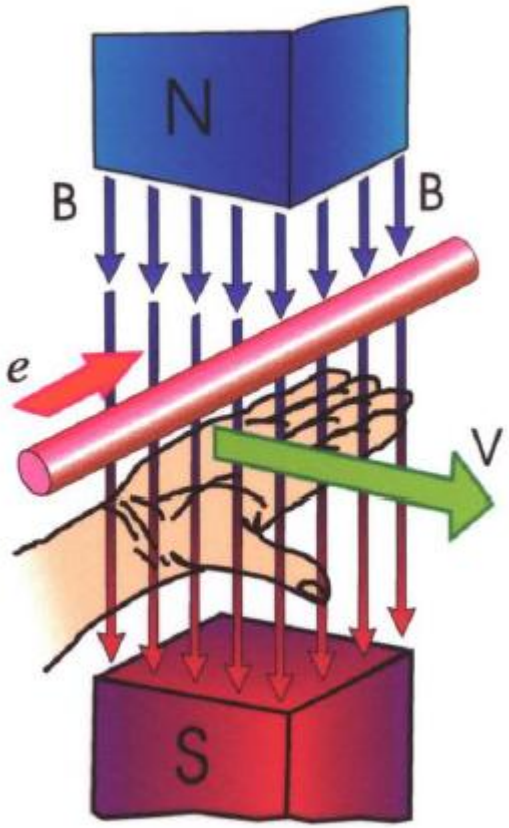
$$E = V B l$$

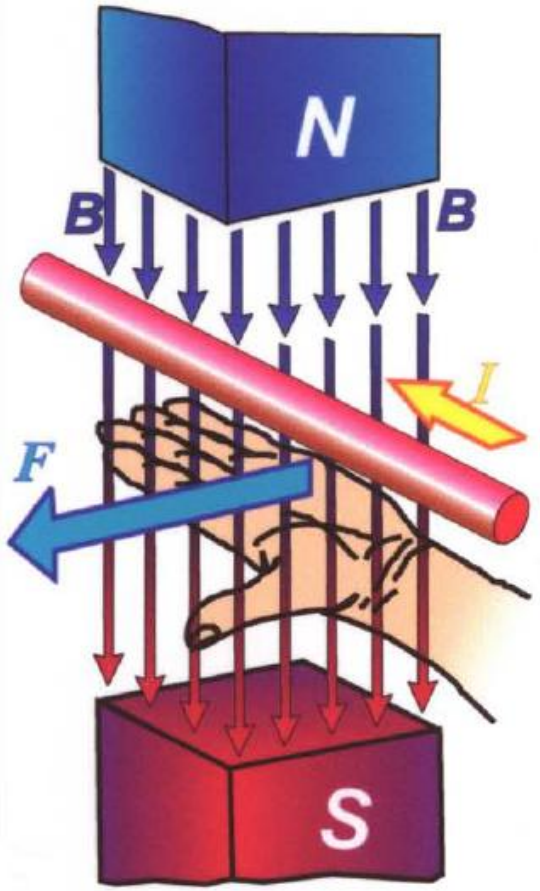
де: ***V*** *– швидкість руху провідника зі струмом,*

B *- індукція магнітного поля,*

l *– довжина провідника.*

Правила правої руки
(до закону електромагнітної індукції)
і лівої руки (*до закону Ампера)*





Відповідно до закону Ампера на провідник зі струмом, поміщений у магнітне поле, діє сила, напрямок якої визначається правилом буравчика або правилом лівої руки, а значення по формулі:

$$F_A = I B \ell$$

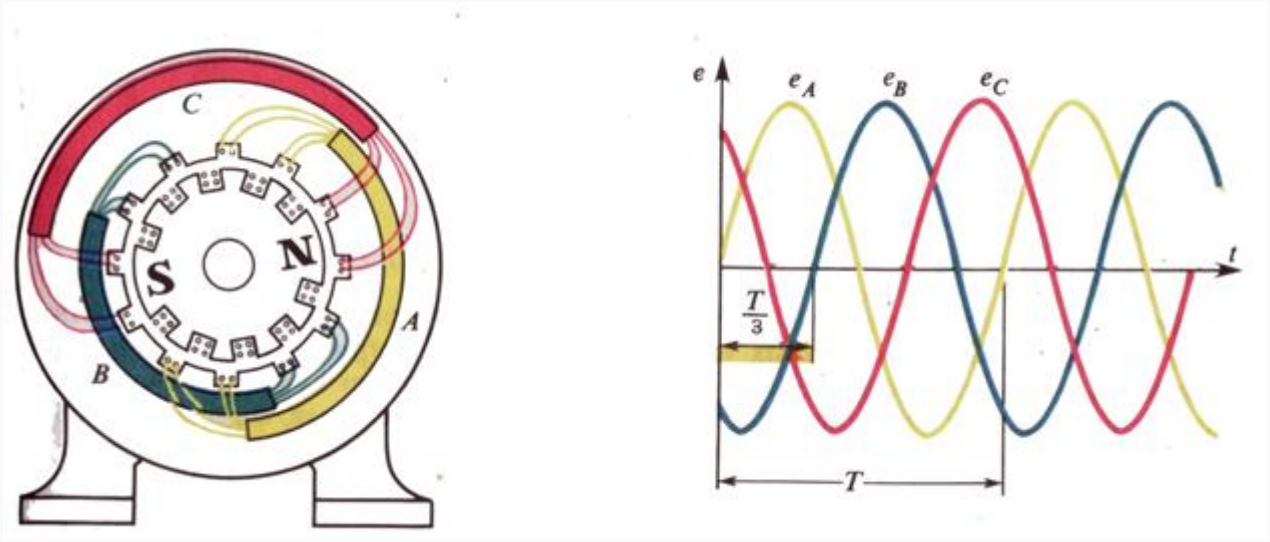
де: напрямок струму ***I*** *, магнітної індукції* ***B*** *й сили* F_A *взаємно перпендикулярні .*

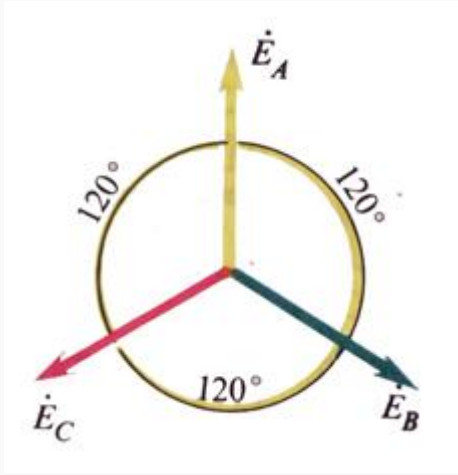
Важливою ***перевагою*** *трифазного струму є можливість одержання обертового магнітного поля, що лежить в основі принципу дії електричних машин – асинхронних і синхронних двигунів трифазного струму.*

Обертове магнітне поле *одержують, пропускаючи трифазну систему струмів по трьох однакових котушках, осі яких розташовані під кутом 120° відносно один одного.*

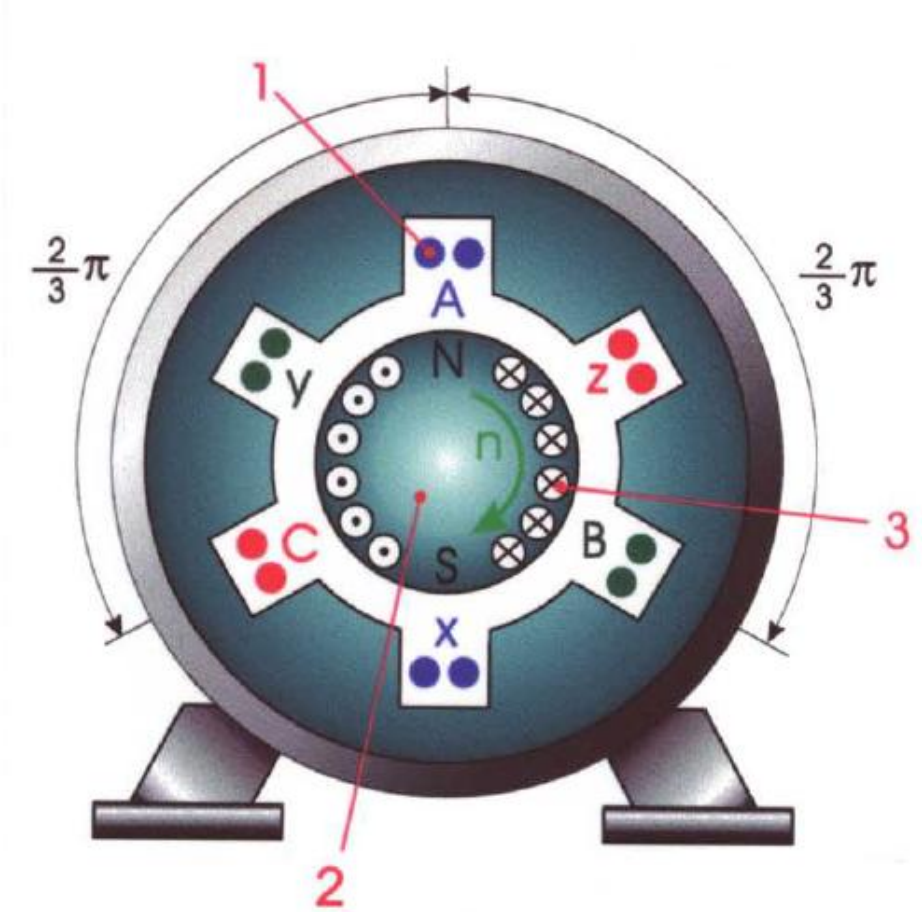
У пазах із внутрішньої сторони статора укладена трифазна обмотка, струми якої збуджують обертове магнітне поле машини. У пазах ротора розміщена друга обмотка, струми в якій індукуються обертовим магнітним полем статора.

ТРИФАЗНИЙ ЗМІННИЙ СТРУМ

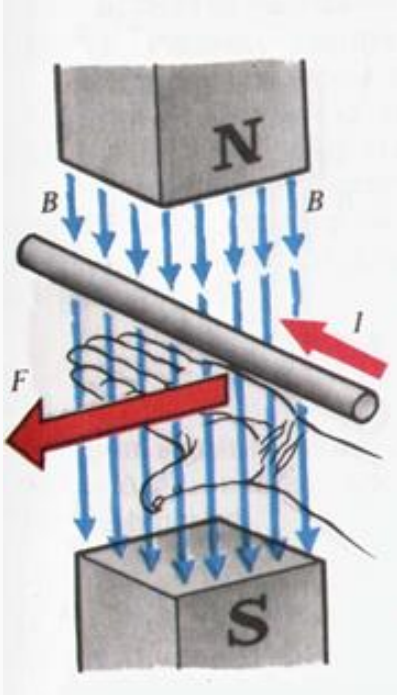


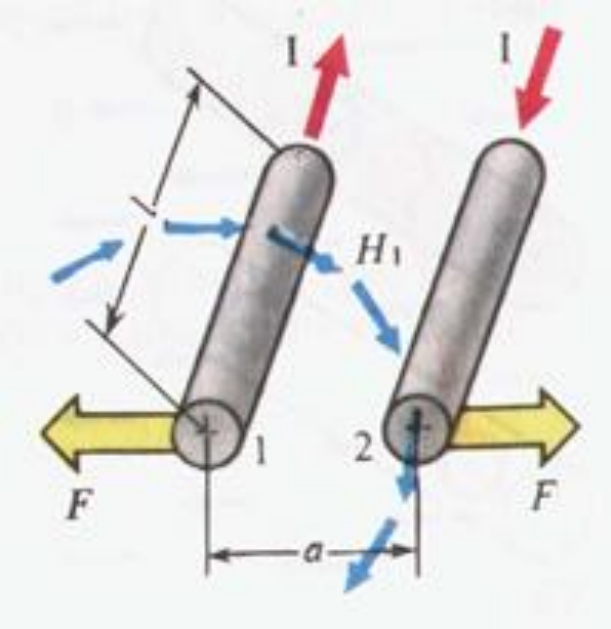


Обертове електромагнітне поле



Електромагнітні явища

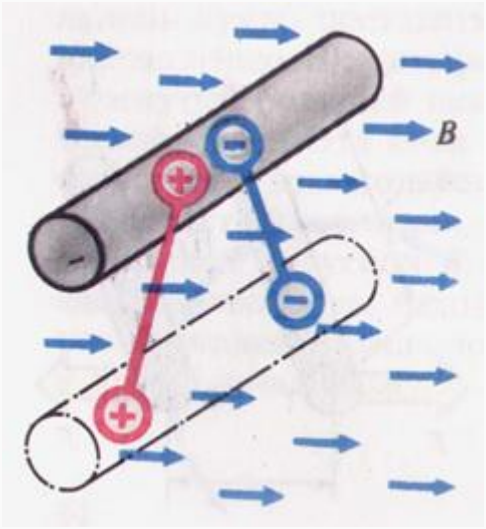


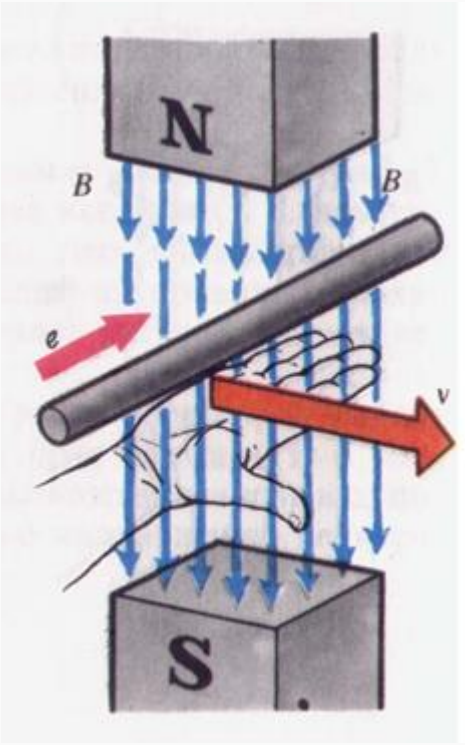


Два провідники з протилежними струмами відштовхуються через електромагнітні поля.

В магнітному полі на провідник зі струмом діє сила, яка виштовхує його з поля. Напрям сили визначається за правилом лівої руки.

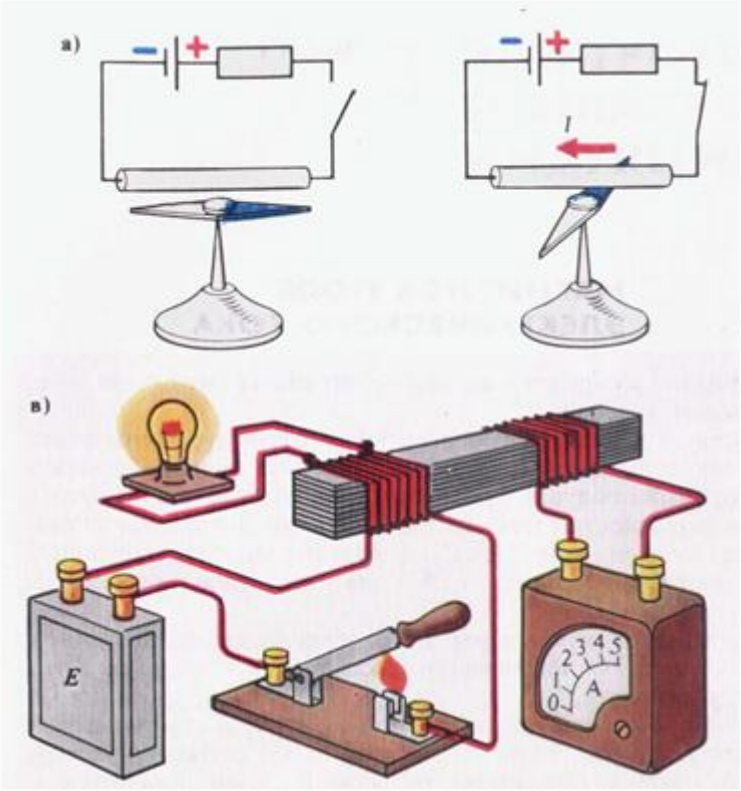
Електрорушійна сила

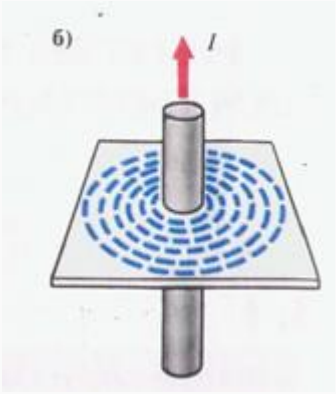




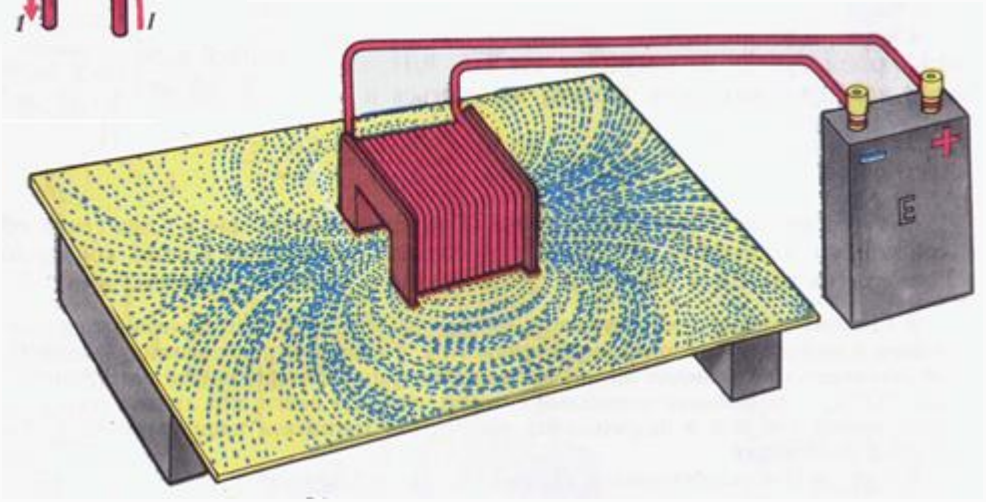
У провіднику, який рухається у магнітному полі виникає електрорушійна сила, напрям якої визначається за правилом правої руки.

ЯВИЩА ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ

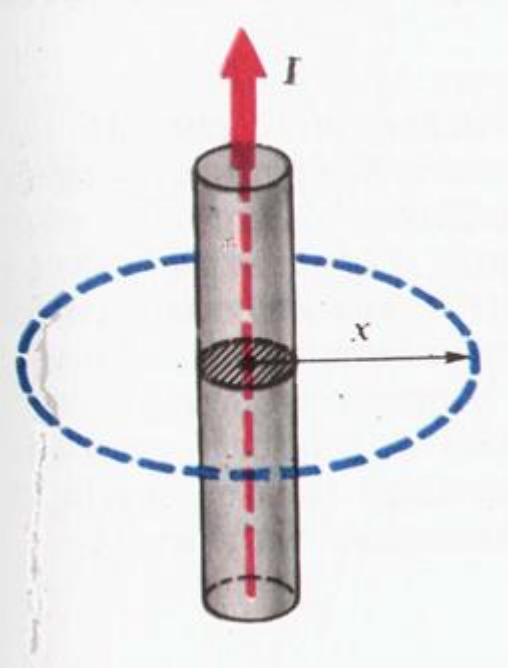




Електричний струм створює магнітне поле

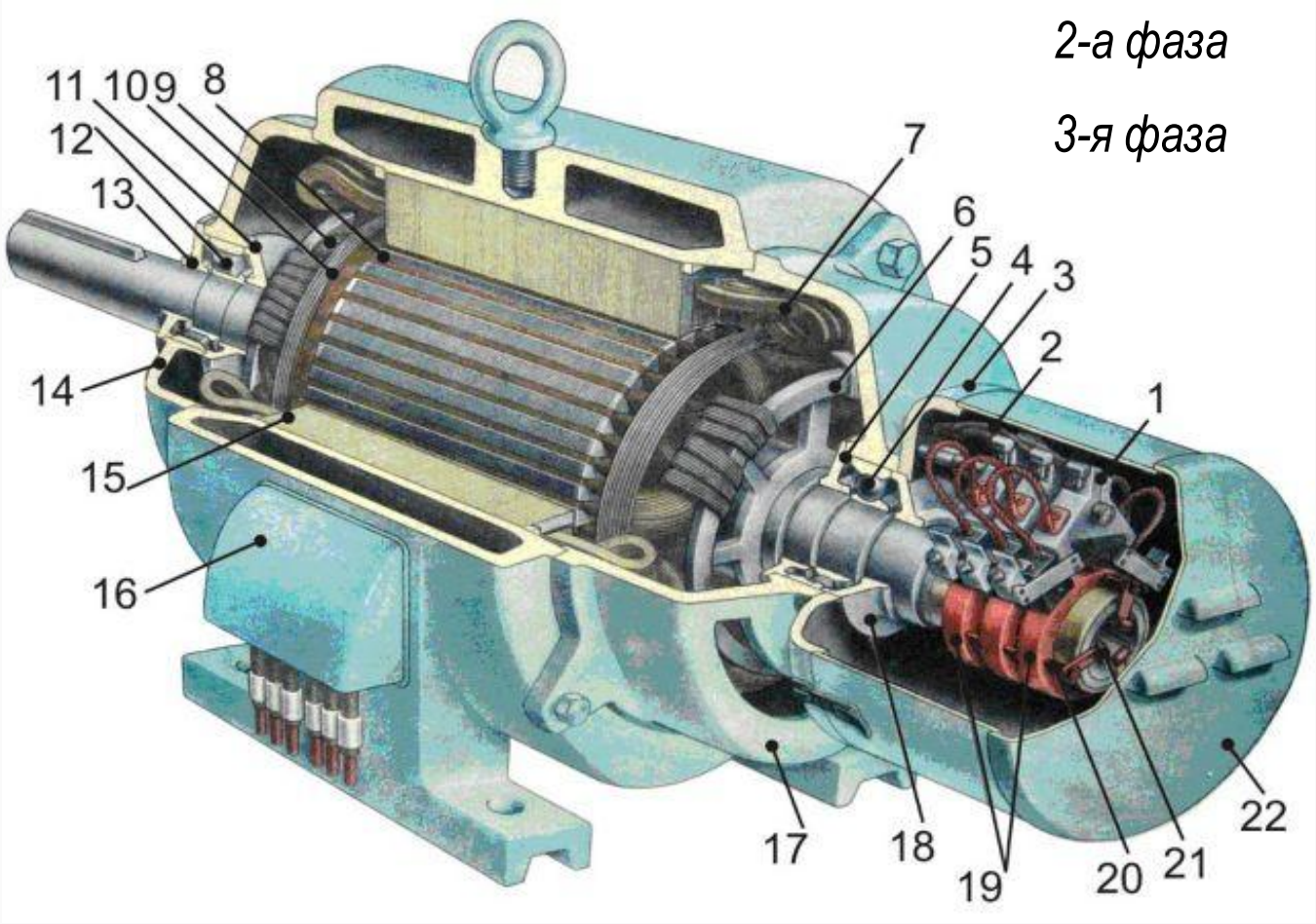


Напрямок магнітного поля



Виводи обмоток асинхронних двигунів позначають так:

	початки	кінці
1-а фаза	C1	C4
2-а фаза	C2	C5
3-я фаза	C3	C6



В паспорті трифазного двигуна задаються напруга мережі живлення й схема з'єднання фаз обмотки статора.

Наприклад, може бути наведено: ***660/380, Δ/Y.***

Це означає, що даний двигун можна включати:

- *в мережу з лінійною напругою* ***UЛ=660 В****, з'єднуючи фази обмоток статора* ***зіркою****,*
- *або в мережу з* ***UЛ=380 В****, з'єднуючи фази обмотки статора* ***трикутником****.*

Принцип дії

Всередині статора утворюється магнітне поле постійне за величиною але змінне за напрямком – обертове, з частотою мережі, або кратне частоті в сторону зменшення.

Умови утворення обертового поля

- *Наявність трьох обмоток, зміщених на кут 120°*
- *Наявність трифазної напруги.*

Принцип дії

Якщо обмотку статора, з'єднану зіркою або трикутником, включити в мережу трифазного струму, то по обмотках фаз потечуть струми, зміщені в часі один відносно одного на третину періоду (кут 120°). В результаті цього збуджується обертове магнітне поле статора. Частота обертання його відносно нерухомого статора.

$$N_0 = 60 \cdot f / p$$

де ***f*** *– частота струму в обмотці статора:*

p *- число пар полюсів.*

Обертове магнітне поле статора індукує в обмотці ротора ЕРС, яка в накоротко замкнутій обмотці викликає струм.

В результаті взаємодії обертового магнітного поля статора з струмом ротора (магнітним полем цього струму) утворюється електромагнітний обертаючий момент, під дією якого ротор почне обертатися за полем статора з частотою n, меншою частоти поля n_0.

Відставання ротора в своєму обертанні від обертового магнітного поля статора називається ***ковзанням S****, яке визначається за формулою:*

$$S=(n_0-n)/n_0 \cdot 100\%.$$

Частота обертання ротора менша частоти обертання магнітного поля, тому що при однакових кутових швидкостях відносна швидкість ротора й обертового магнітного поля була б рівною нулю, і в роторі не було б наведених ЕРС і струмів, отже, не було б сил, що створюють обертаючий момент.

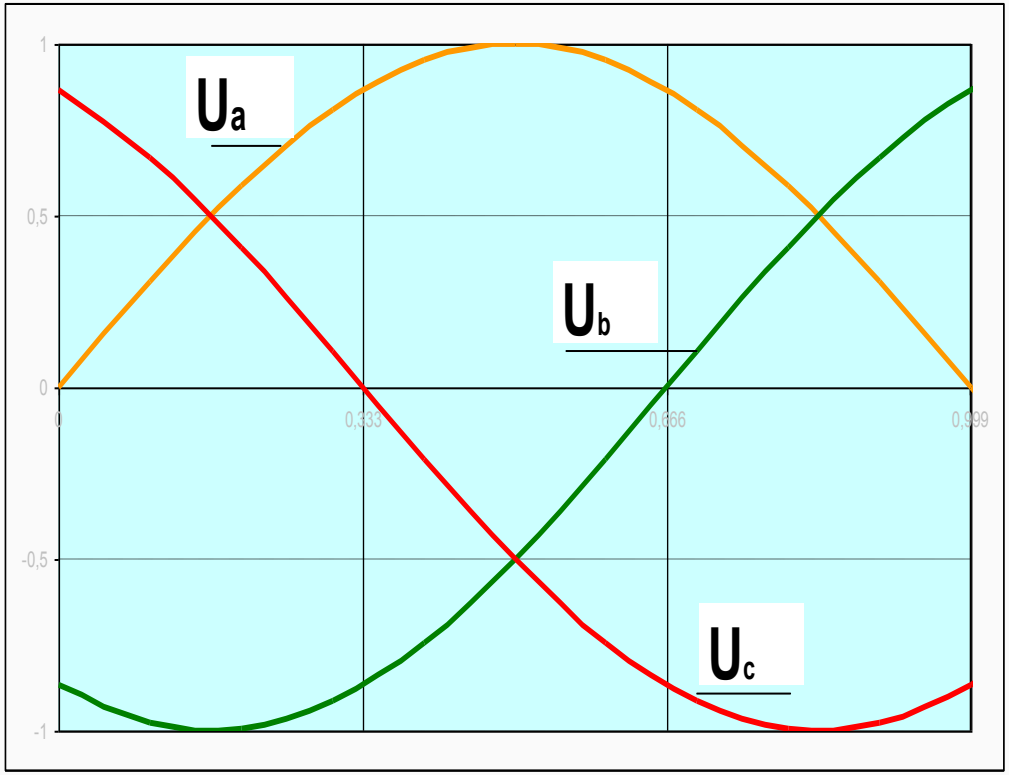
Асинхронна машина, як і всі електричні машини, оборотна, тобто при:

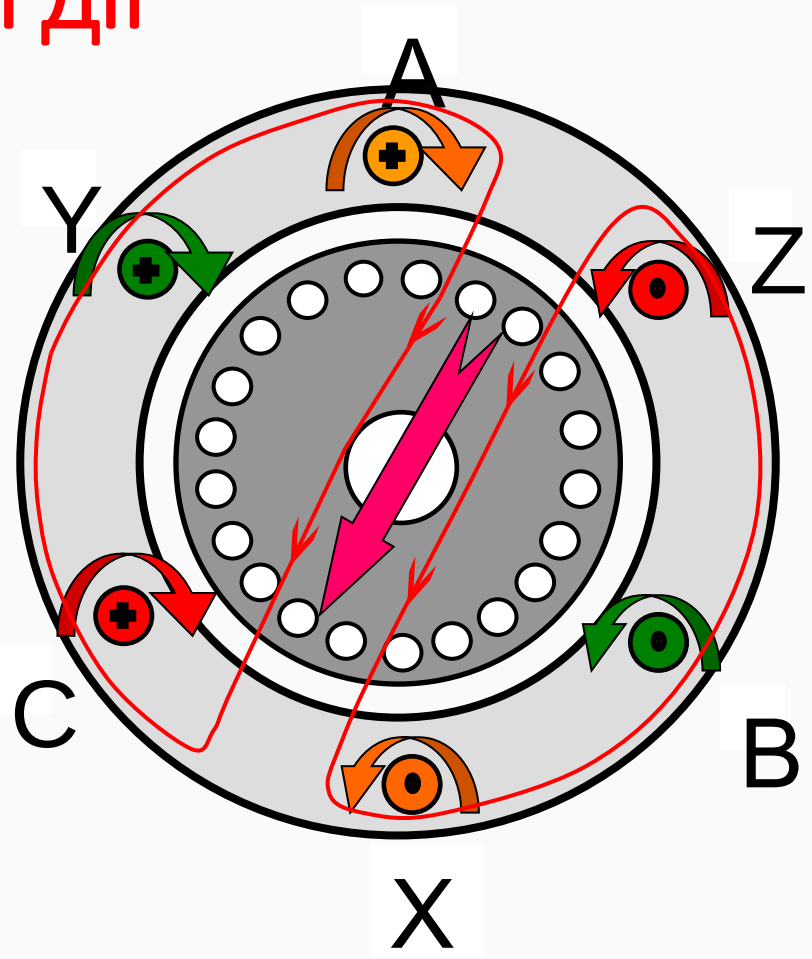
*n_0<n машина працює **у режимі двигуна**;*
*n_0>n машина працює **у режимі генератора**;*
*n_0=n штучний режим **ідеального неробочого (холостого) ходу**.*

де n_0 – швидкість обертання поля (об/хв – синхронна швидкість).

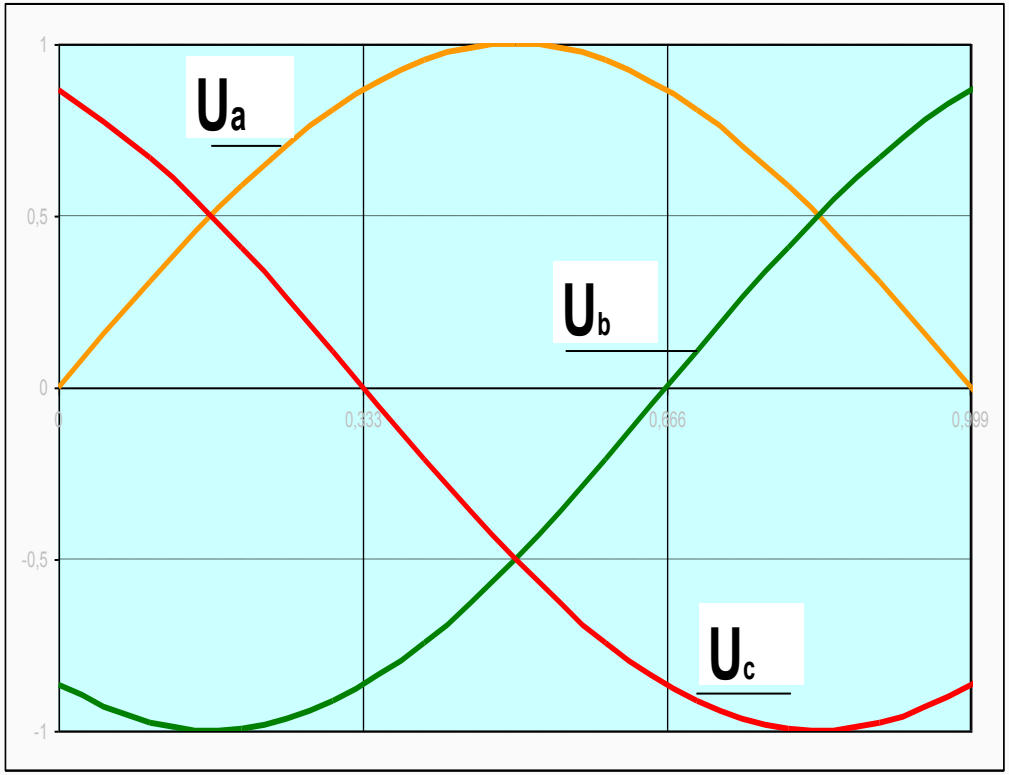
*Якщо поле обертається в один бік, а ротор обертається сторонньою силою в інший бік, то машина працює **у режимі електромагнітного гальма.***

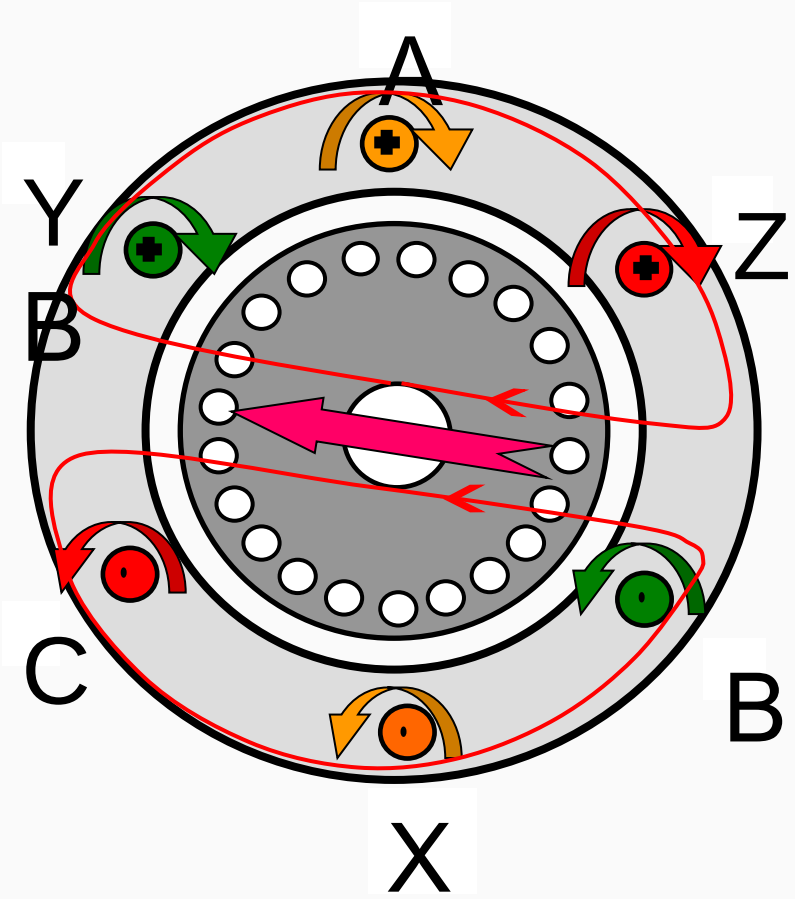
Принцип дії



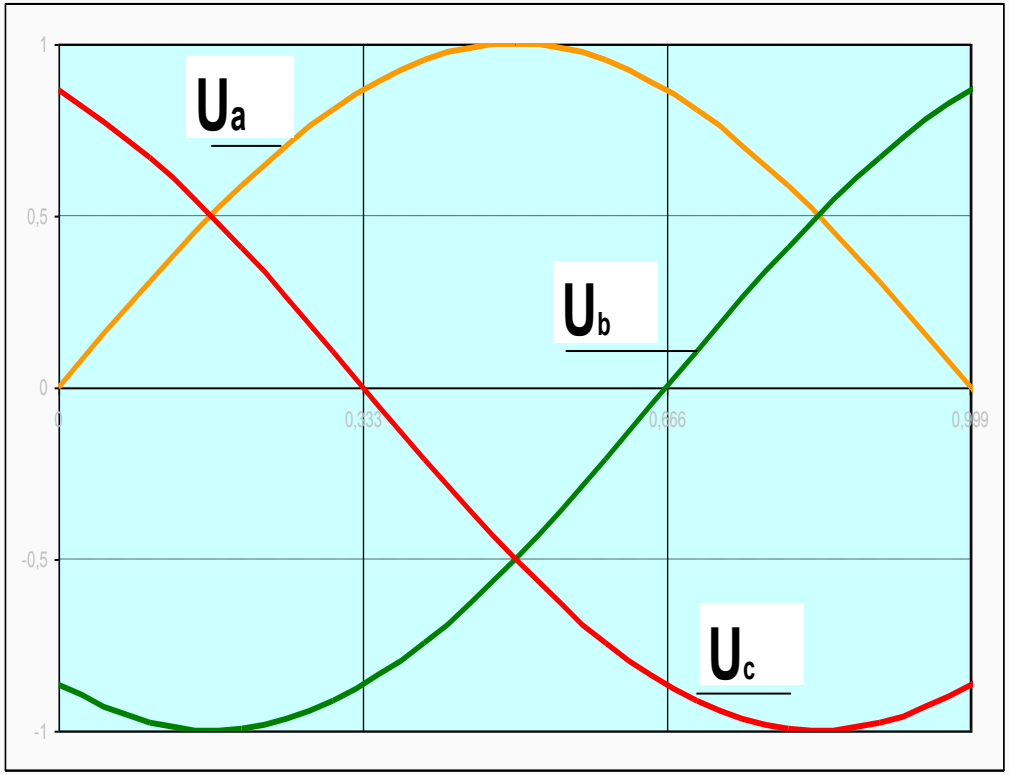


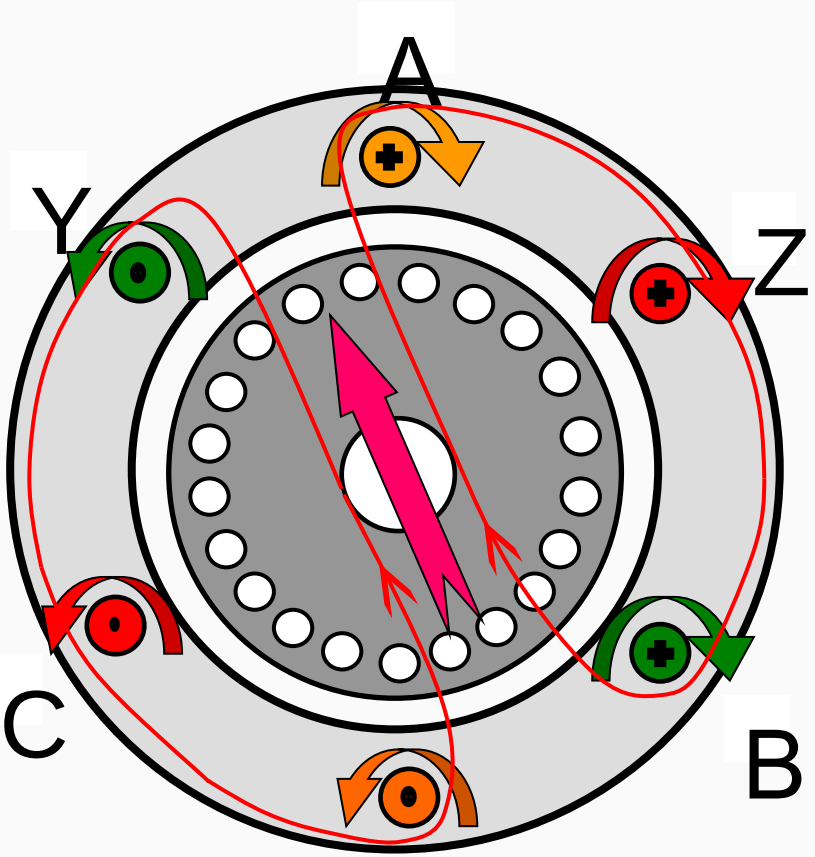
Принцип дії



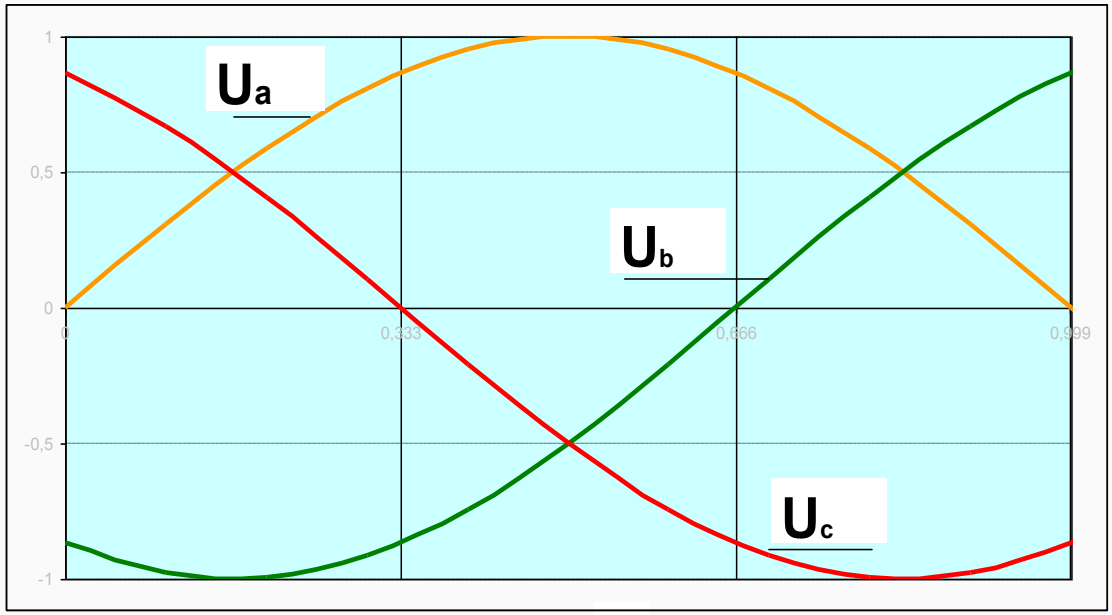


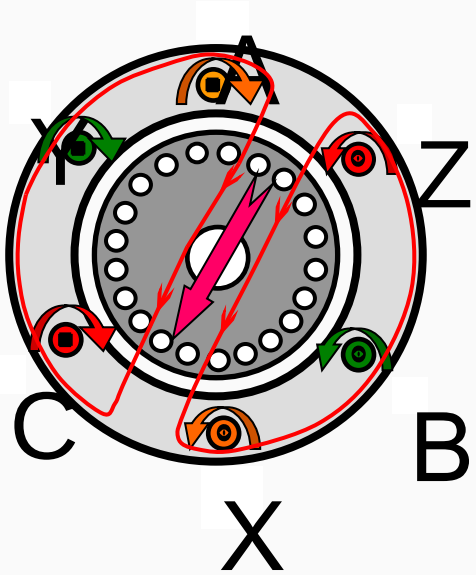
Принцип дії

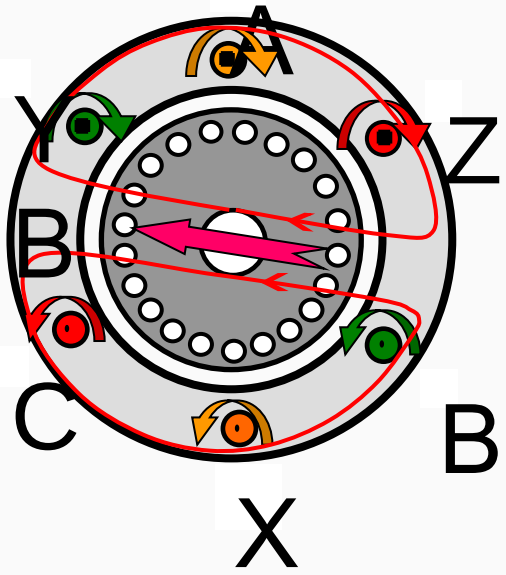


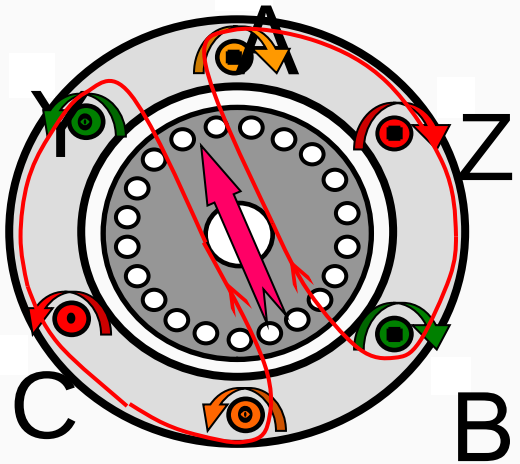


Принцип дії









5. ВИДИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.

У сільському господарстві *найбільшого поширення набули електродвигуни єдиної серії А, АО, А2, АО2, А2, 4А. Буквені позначення двигунів єдиної серії розшифровуються так: А, А2, 4АН - двигуни з чавунним корпусом, захищеного виконання; АО, А02,4А - з чавунним корпусом, обдувні (тобто закритого виконання з охолодженням обдуванням корпусу із зовні); АОЛ, ОЛ2, 4АХ - двигуни з алюмінієвим корпусом, обдувні.*

Серія електродвигунів А2, АО2, АОЛ2 має низку переваг над серією А, АО, АОЛ, що передує їй: вищий коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт потужності, а отже, і менша маса на одиницю потужності, менші габаритні розміри для тієї самої потужності, установочні розміри відповідають міжнародним вимогам, використовуються більш високоміцні ізоляційні матеріали і лаки.

Нова єдина серія асинхронних електродвигунів 4А загального застосування потужністю від 0,12 до 400 кВт, передбачає всі потрібні народному господарству модифікації основного виконання за конструкцією, за умовами навколишнього середовища, вузькоспеціалізовані (у тому числі сільськогосподарського призначення) за виконанням, а також за способом монтажу.

Порівняно з двигунами серії А2 двигуни серії 4А характеризуються меншими габаритними й установочними розмірами та масою, більшими пусковими моментами, зниженими рівнями шуму і вібрацій, збільшеною надійністю, зручністю під час монтажу й експлуатації.

Сільськогосподарські електродвигуни серії 4А вологоморозостійкого виконання (позначення IP44) призначені для роботи в середовищі а підвищеною вологістю і на вільному повітрі, а хімовологостійкі (IP55) - для тваринницьких приміщень.

Smile.