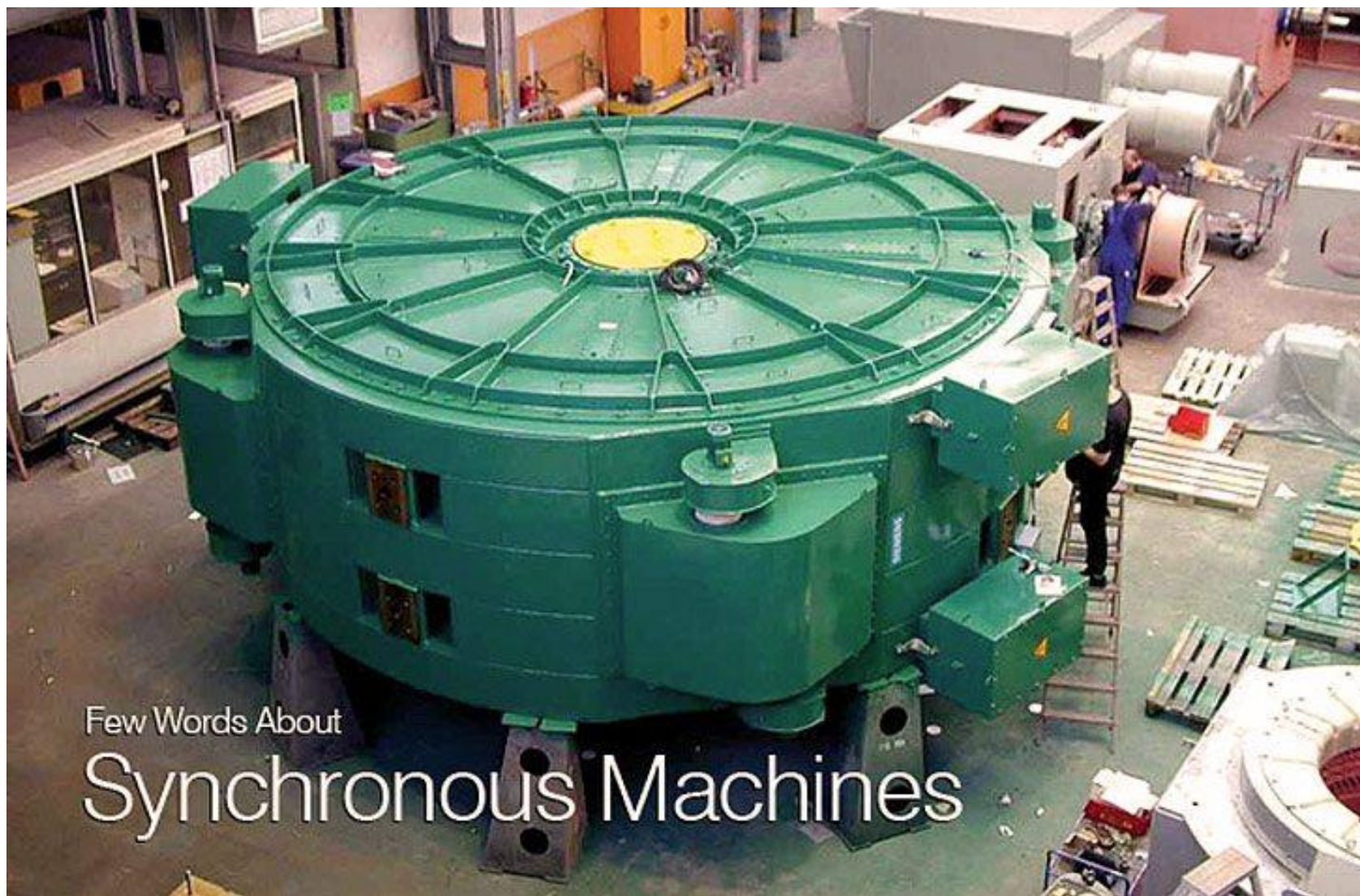
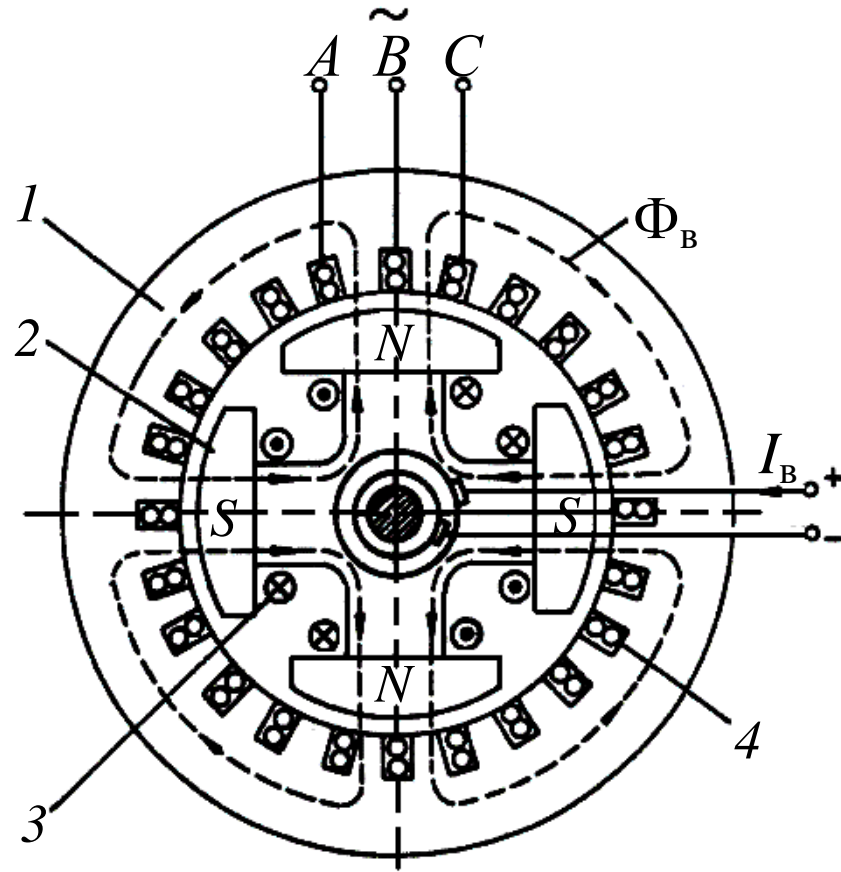


СИНХРОННИ МАШИНИ

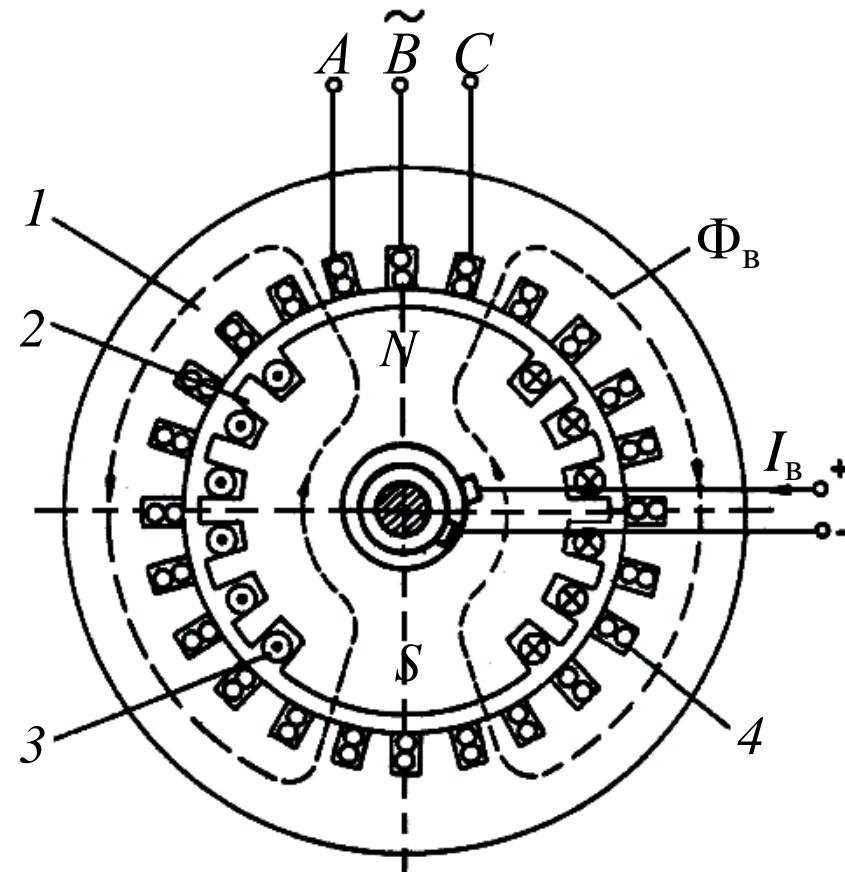


Few Words About
Synchronous Machines

СИНХРОННИ МАШИНИ



$$2p = 4$$



$$2p = 2$$

a – явнополюсна

б – неявнополюсна

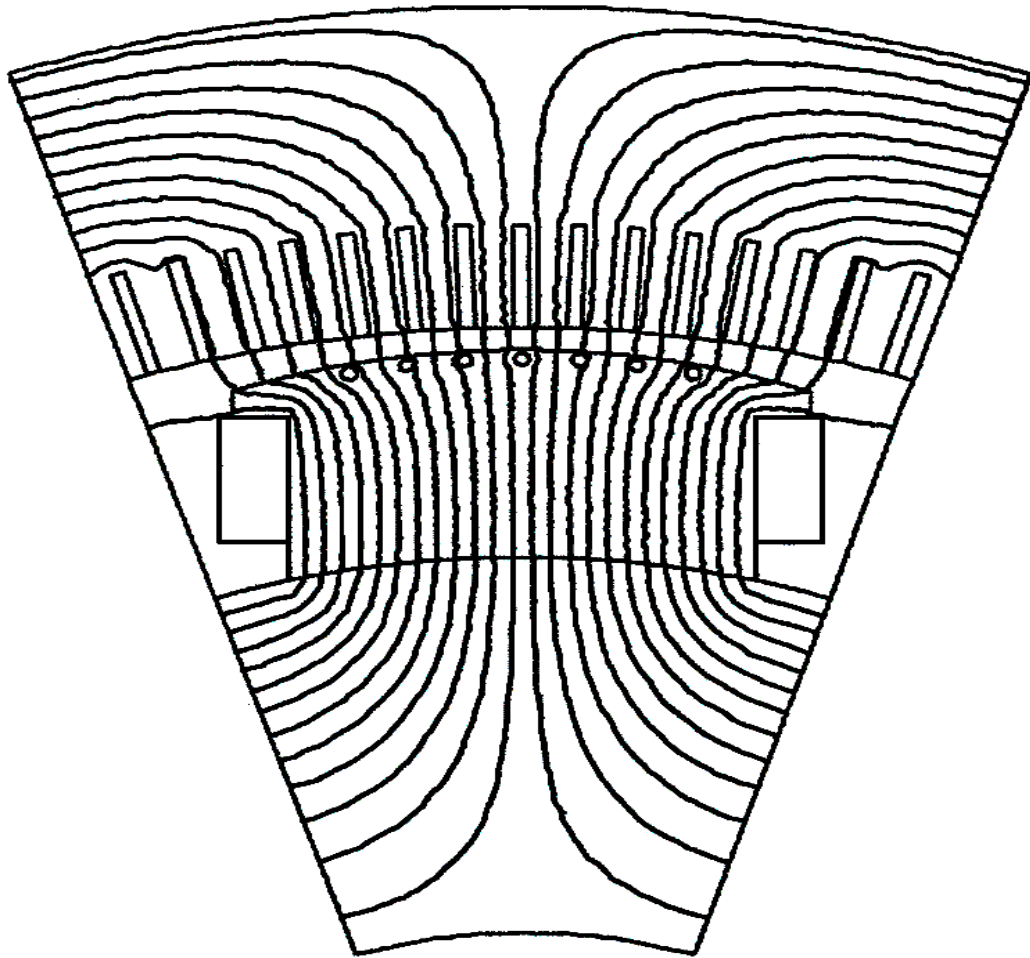
Принципно устройство на синхронни машини:

*1 – статор (котва); 2 – ротор (индуктор);
3 – възбудителна намотка; 4 – котвена намотка*

СИНХРОННИ МАШИНИ



СИНХРОННИ МАШИНИ



Картина на магнитното поле при празен ход на явнополюсен синхронен генератор

$$f_1 = \frac{pn_1}{60} \quad n_1 = \frac{60f_1}{p}$$

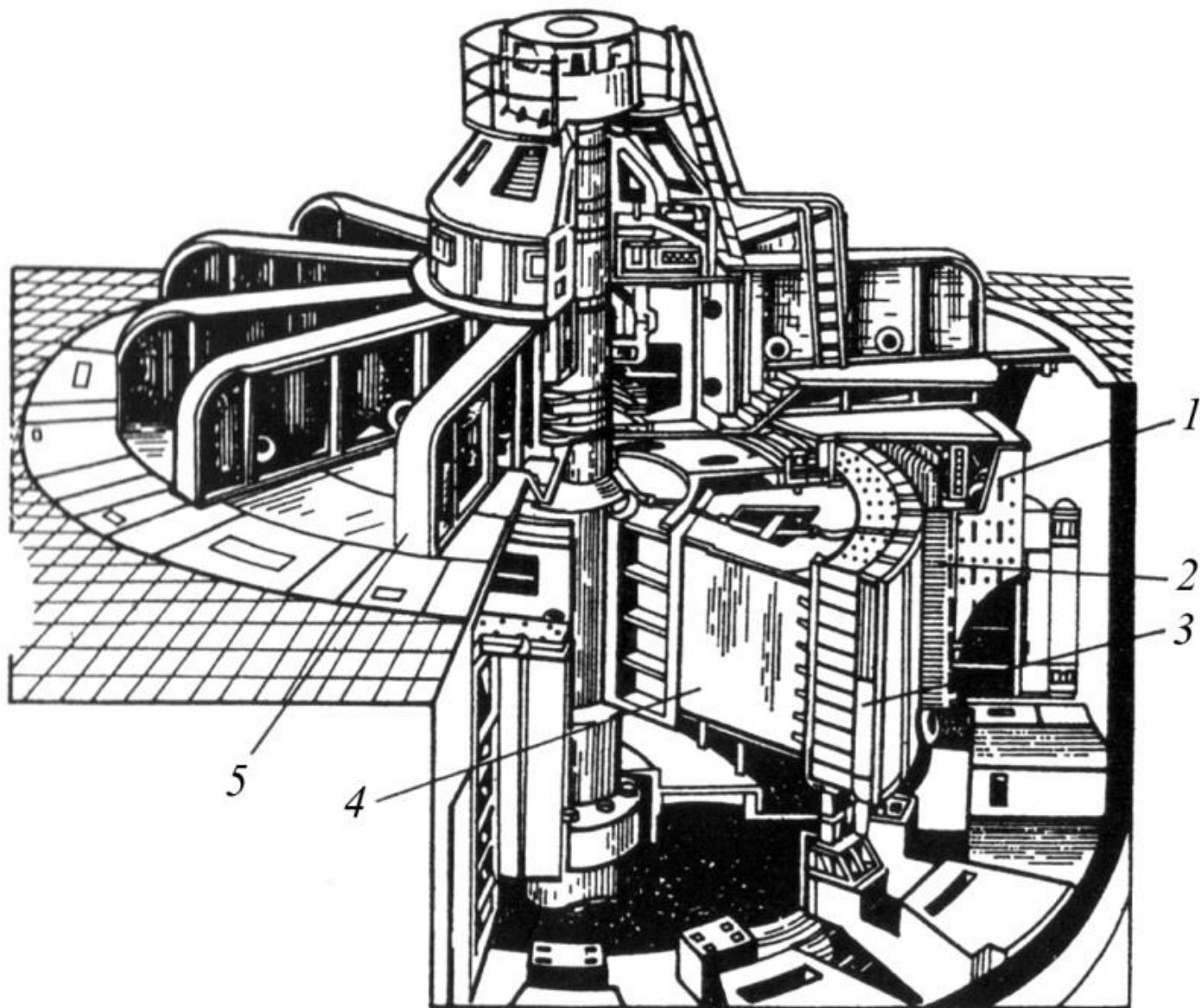
$$n = n_1$$

f_1 *Мрежова честота*

n_1 *Скорост на магнитното поле*

n *Скорост на ротора*

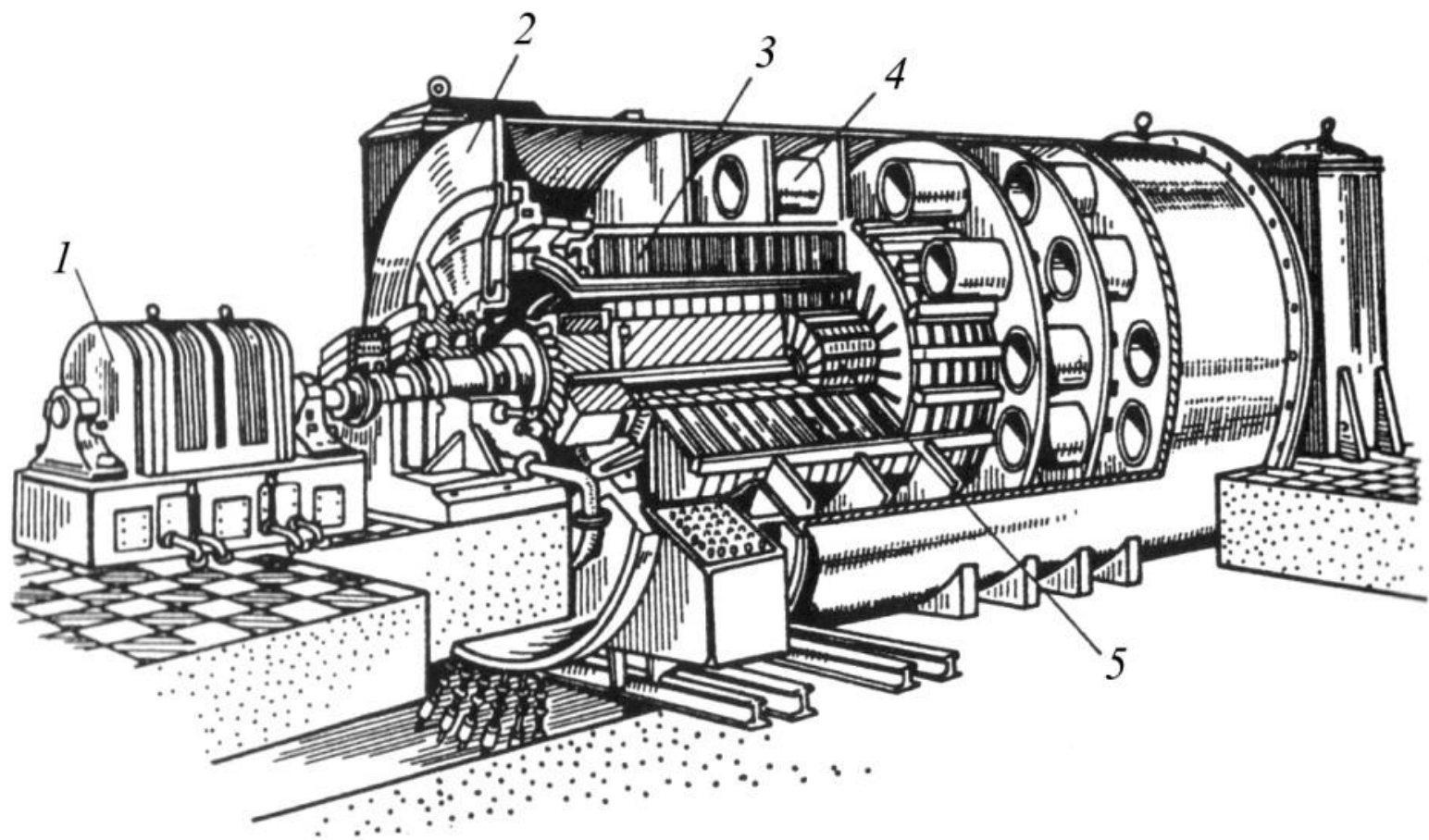
СИНХРОНИ МАШИНИ



Хидрогенератор:

- 1 – корпус;
- 2 – статорен пакет;
- 3 – роторен полюс;
- 4 – роторно тяло;
- 5 – носеща кръстовина

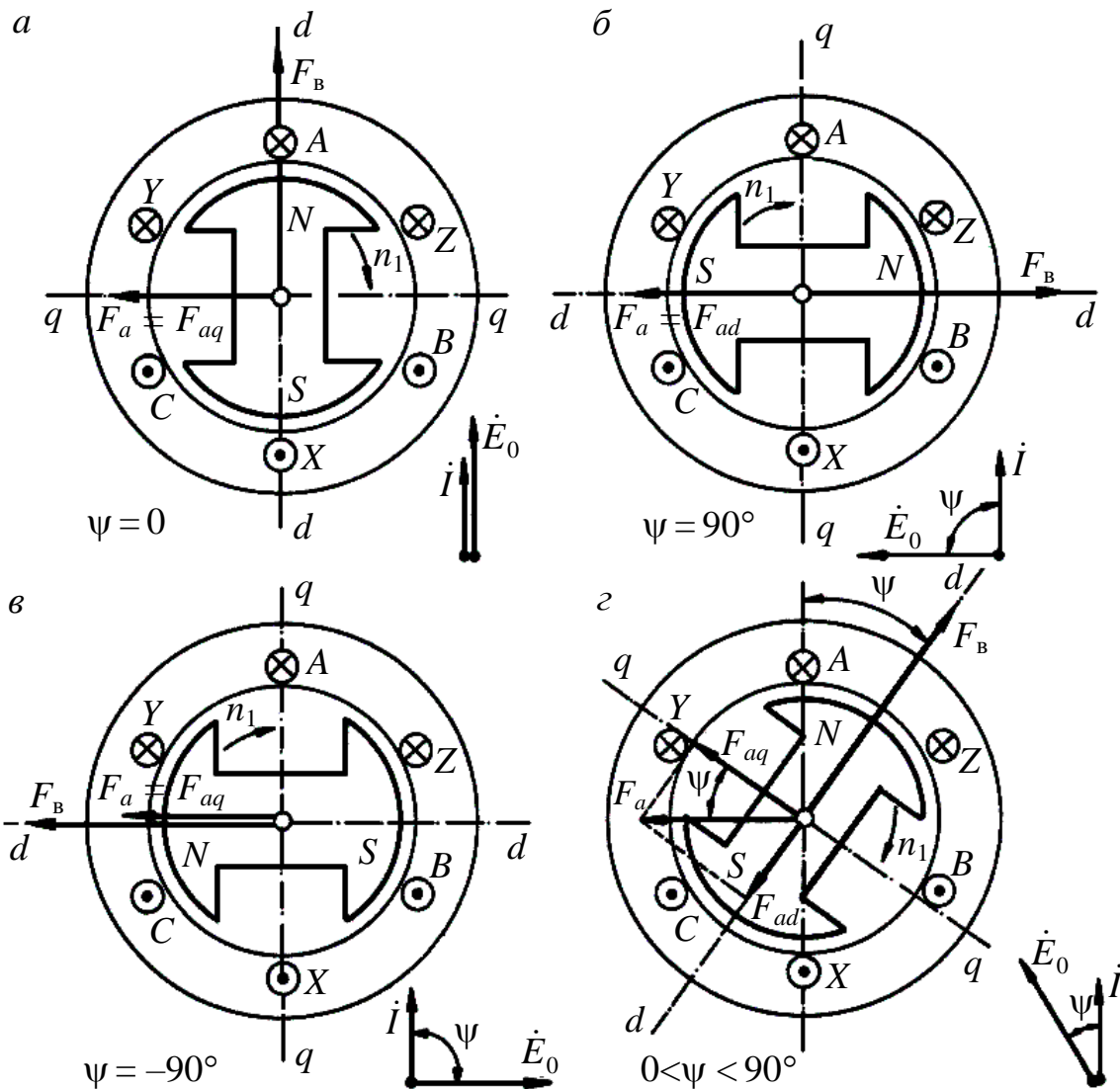
СИНХРОНИ МАШИНИ



Турбогенератор:

- 1 – възбудител;
- 2 – корпус;
- 3 – статорен пакет;
- 4 – секция на водородното охлаждане;
- 5 – ротор

СИНХРОННИ МАШИНИ

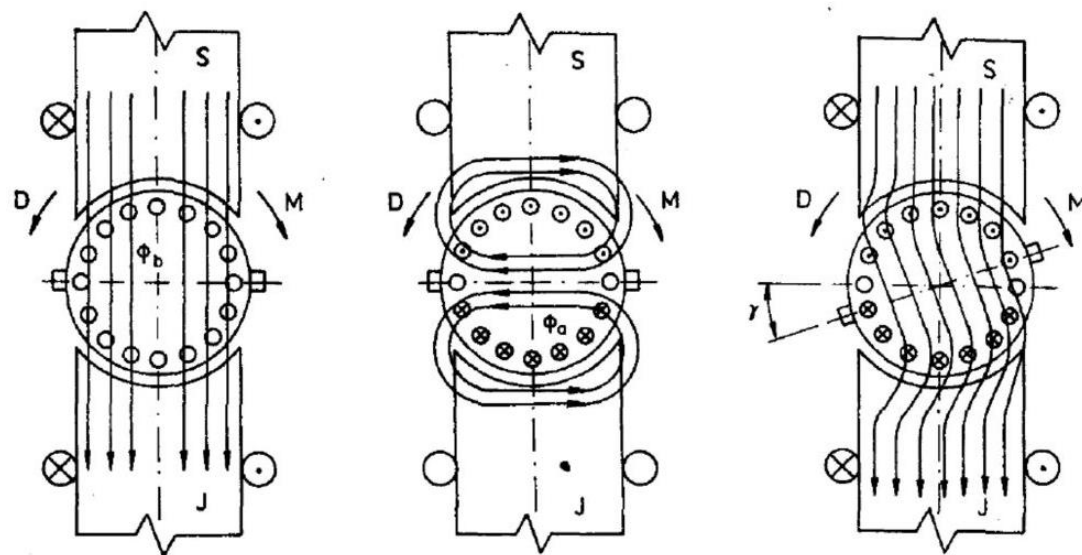


Реакция на котвата на синхронен генератор (а ÷ г)

Реакция на котвата.

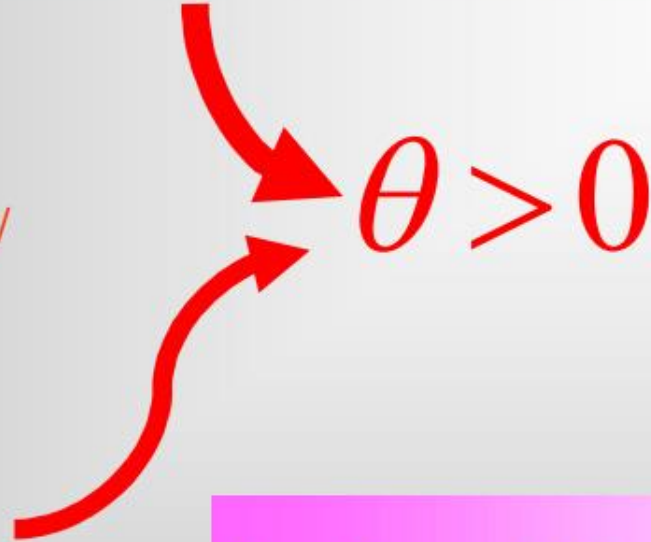
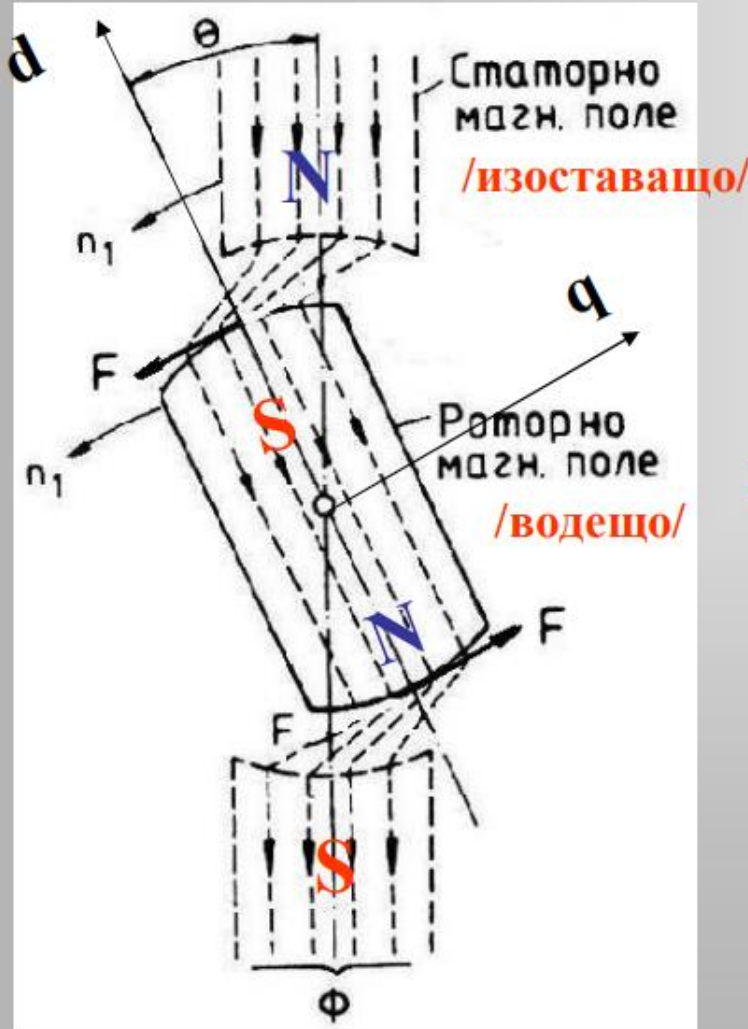
Магнитното поле, възбудено от токовете в намотката на котвата се нарича *реакция на котвата*.

Аналогия при машина за постоянен ток:



СИНХРОННИ МАШИНИ

Принцип на действие на синхронната машина Синхронен ГЕНЕРАТОР



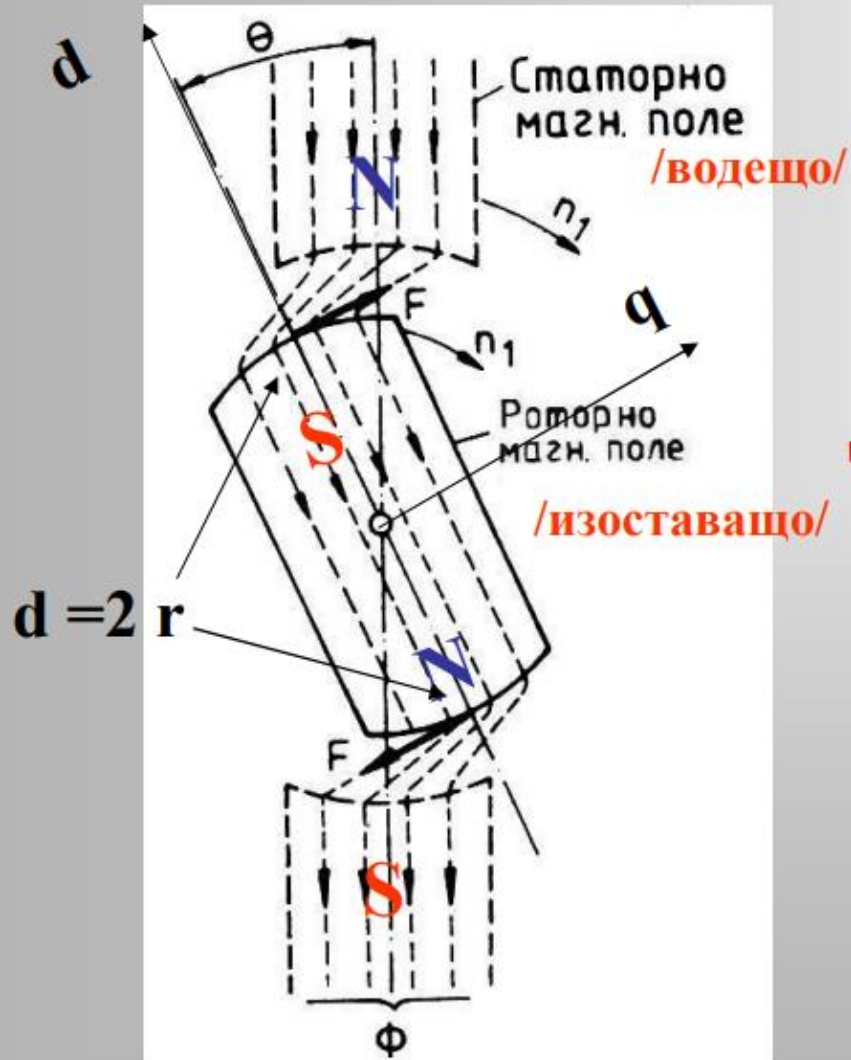
$$P_1 = P_{\text{мех}} = M\Omega = M \frac{2\pi n_1}{(60)}$$

$$f_1 = \frac{pn_1}{(60)}$$

$$P_2 = P_{\text{ел}} = m_2 U_2 I_2 \cos \varphi$$

СИНХРОННИ МАШИНИ

Принцип на действие на синхронната машина Синхронен ДВИГАТЕЛ



$$\theta < 0$$

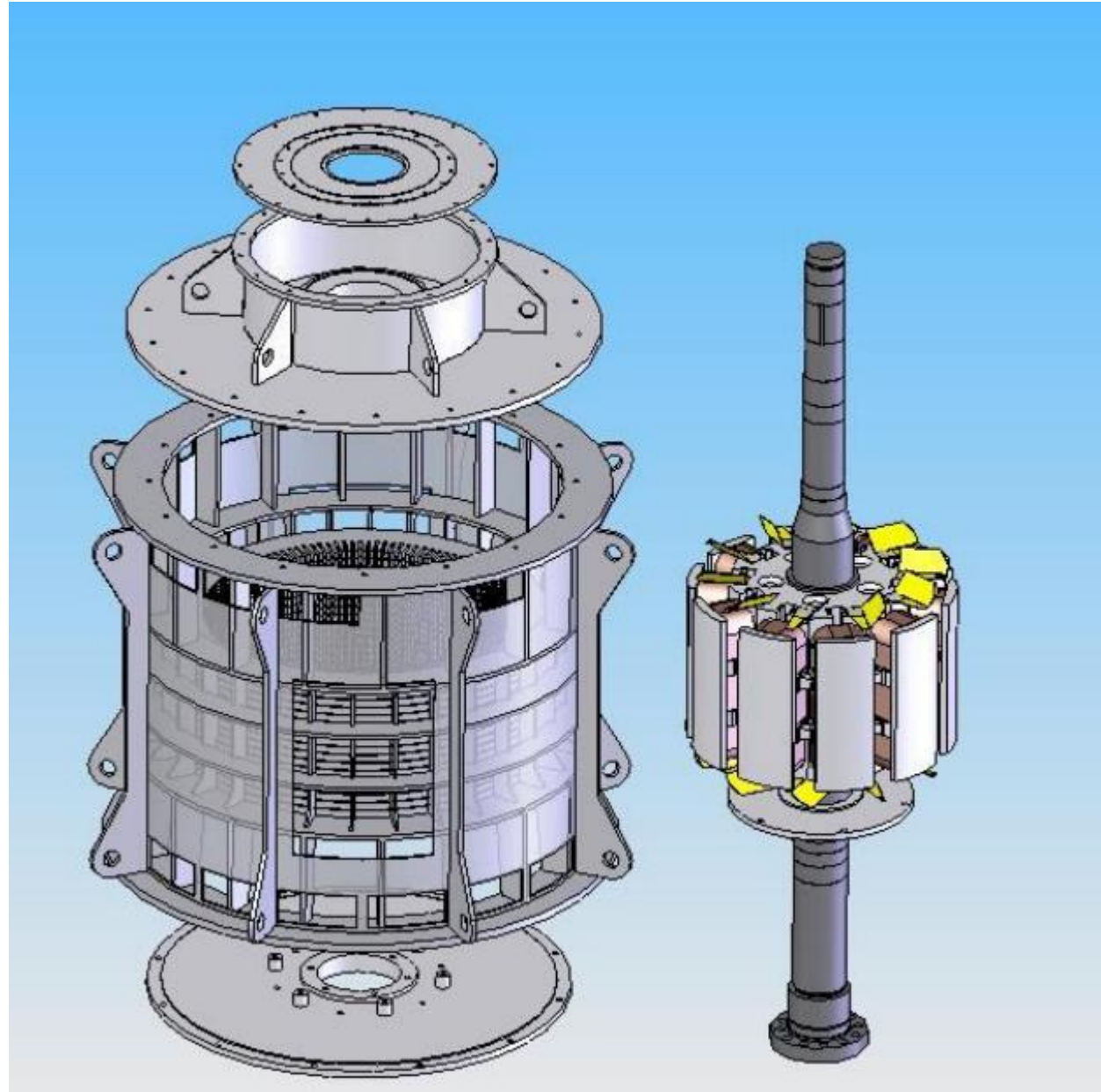
$$P_1 = P_{ел} = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi$$

$$n_1 = \frac{(60) f_1}{p}$$

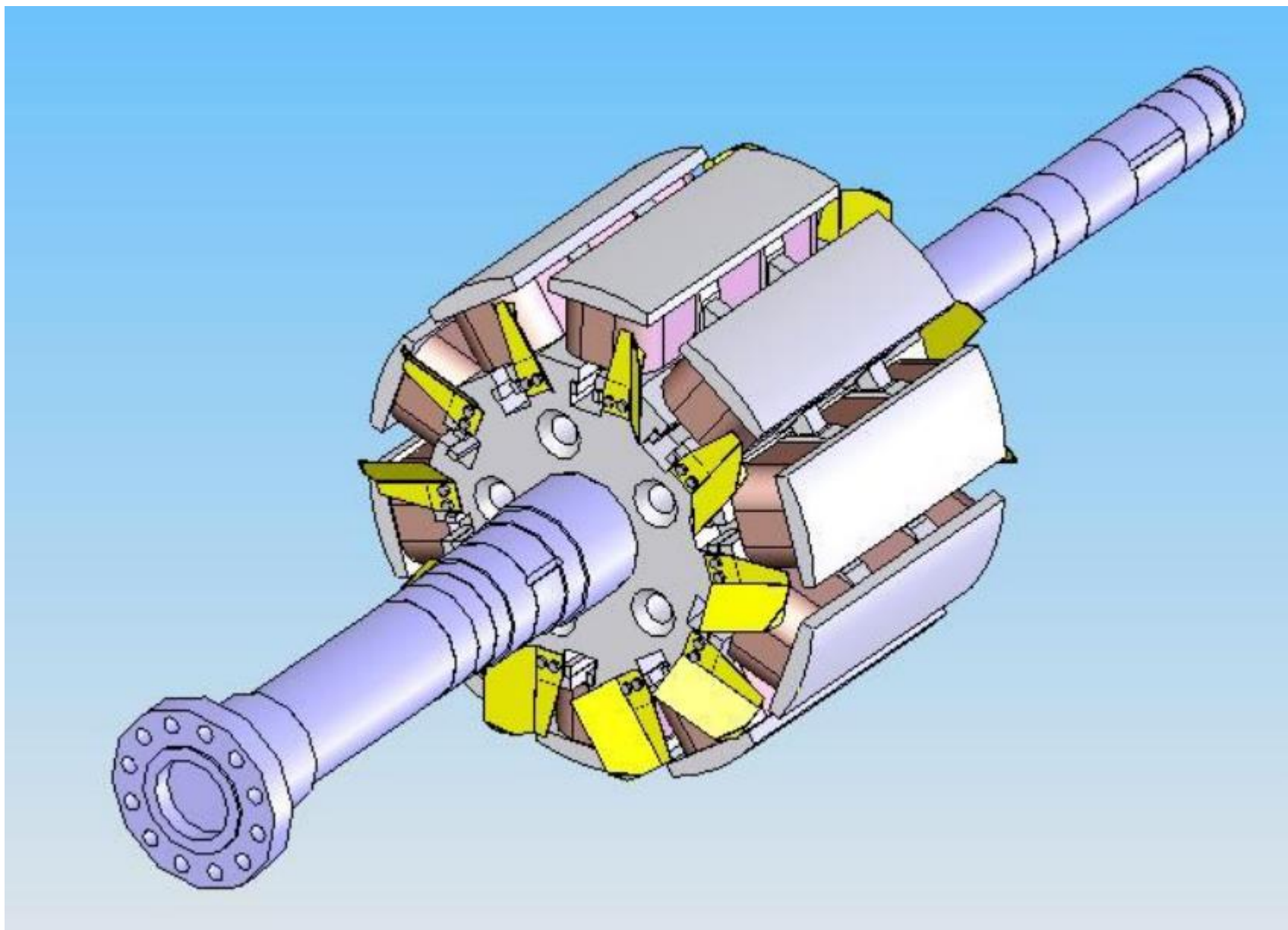
$$P_2 = P_{мех} = M \Omega = M \frac{2\pi n_1}{(60)}$$

$$(M = 2F r = F d)$$

СИНХРОНИ МАШИНИ

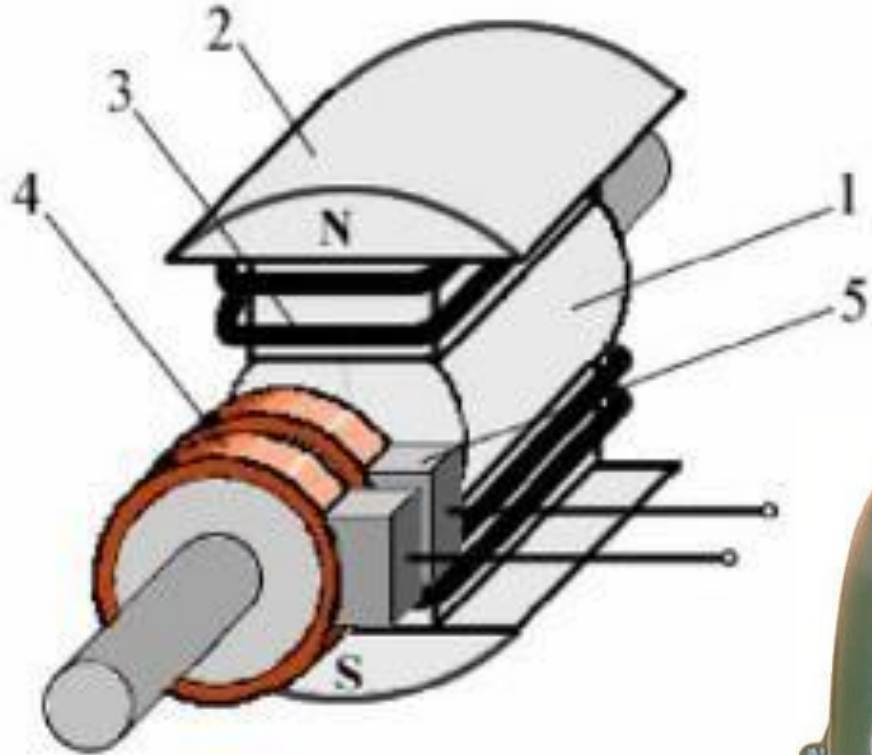


СИНХРОННИ МАШИНИ

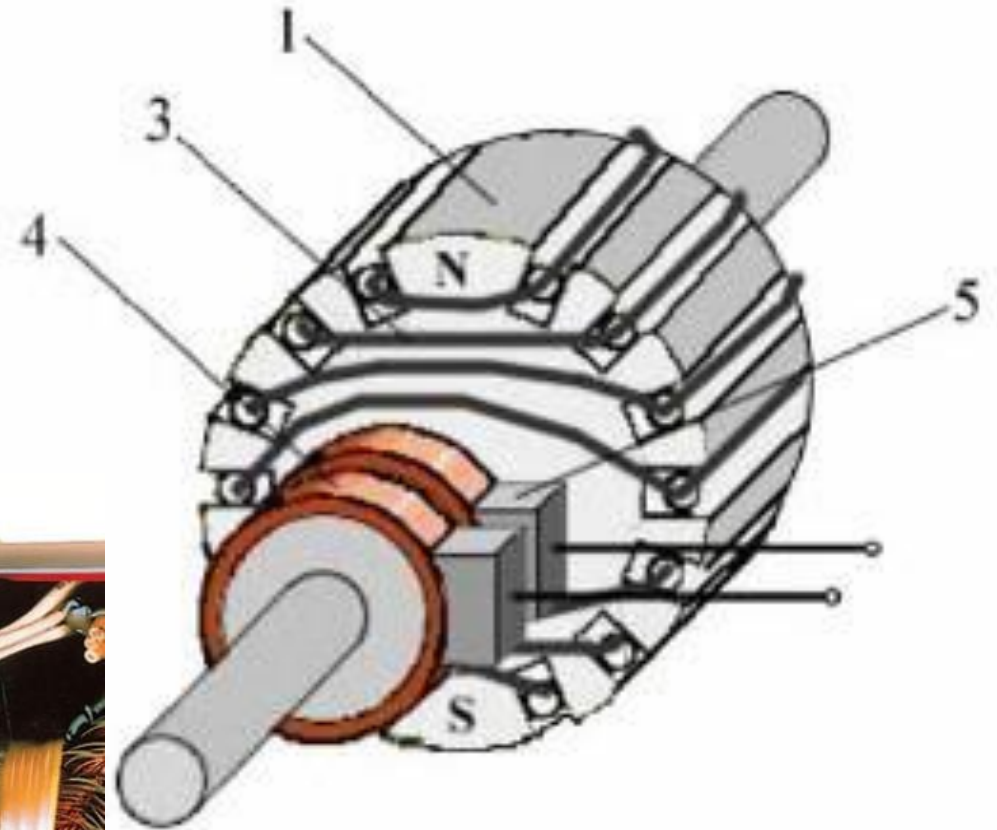
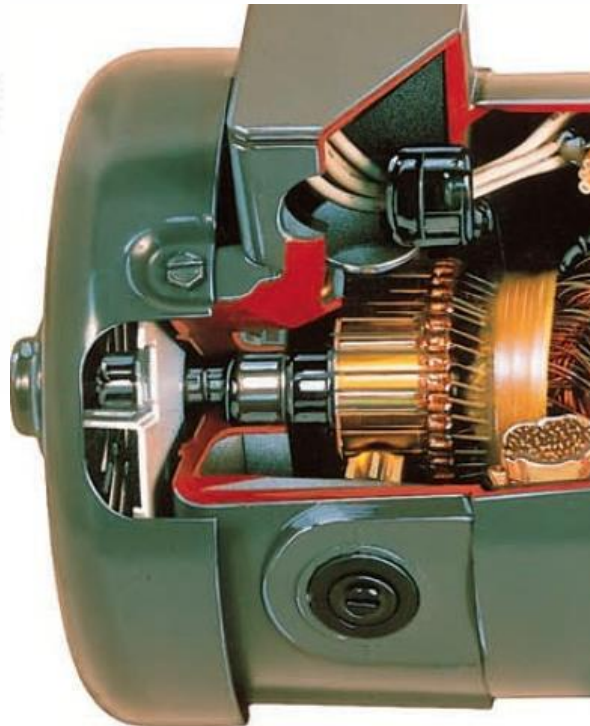


СИНХРОННИ МАШИНИ

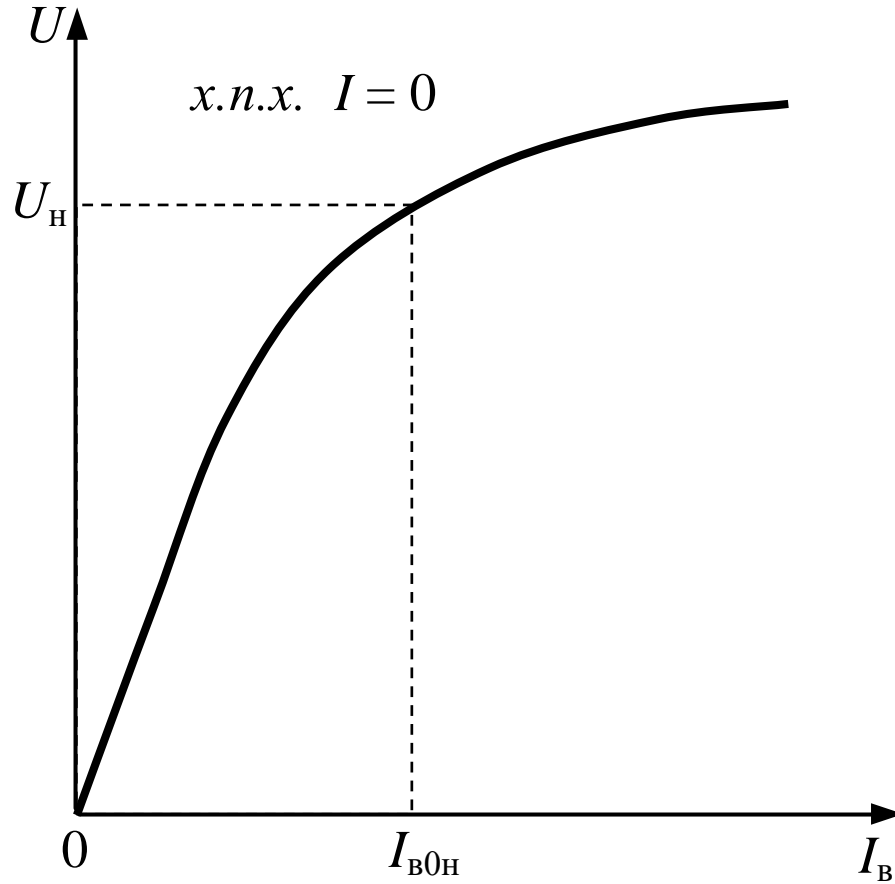
Четков апарат синхронна машина



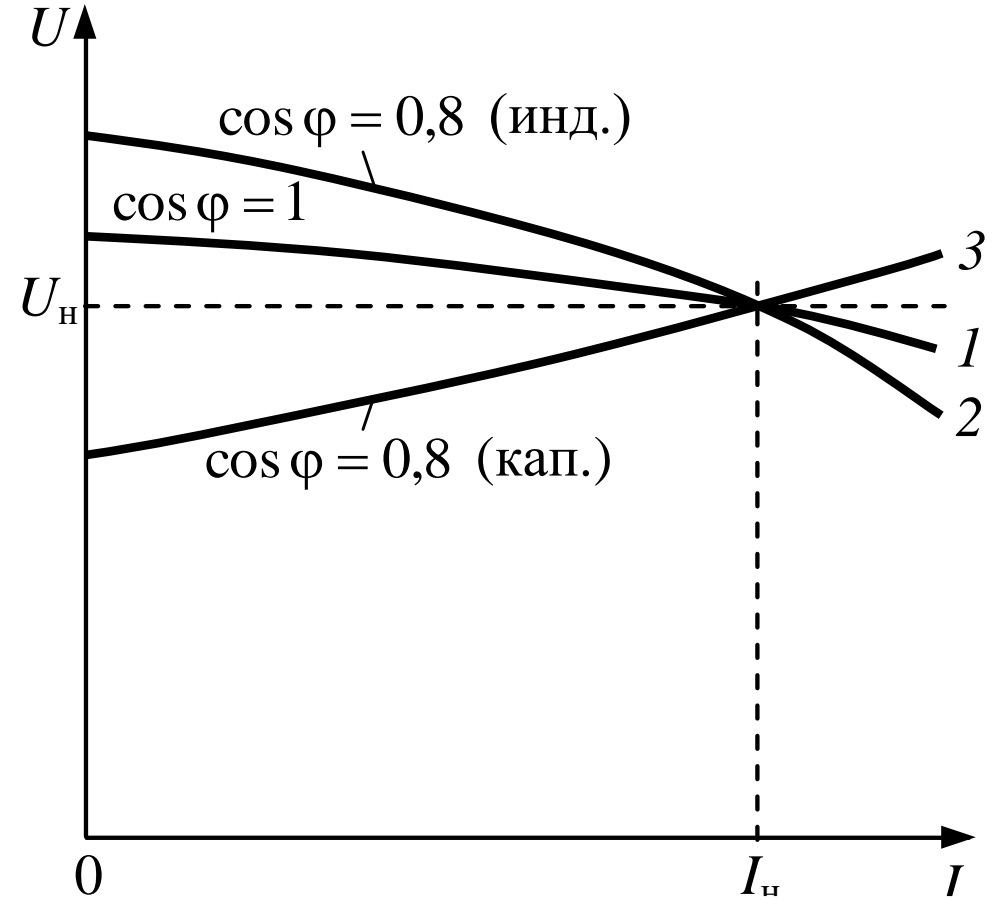
Колекторно-четков
апарат при машина
за постоянен ток



СИНХРОННИ МАШИНИ



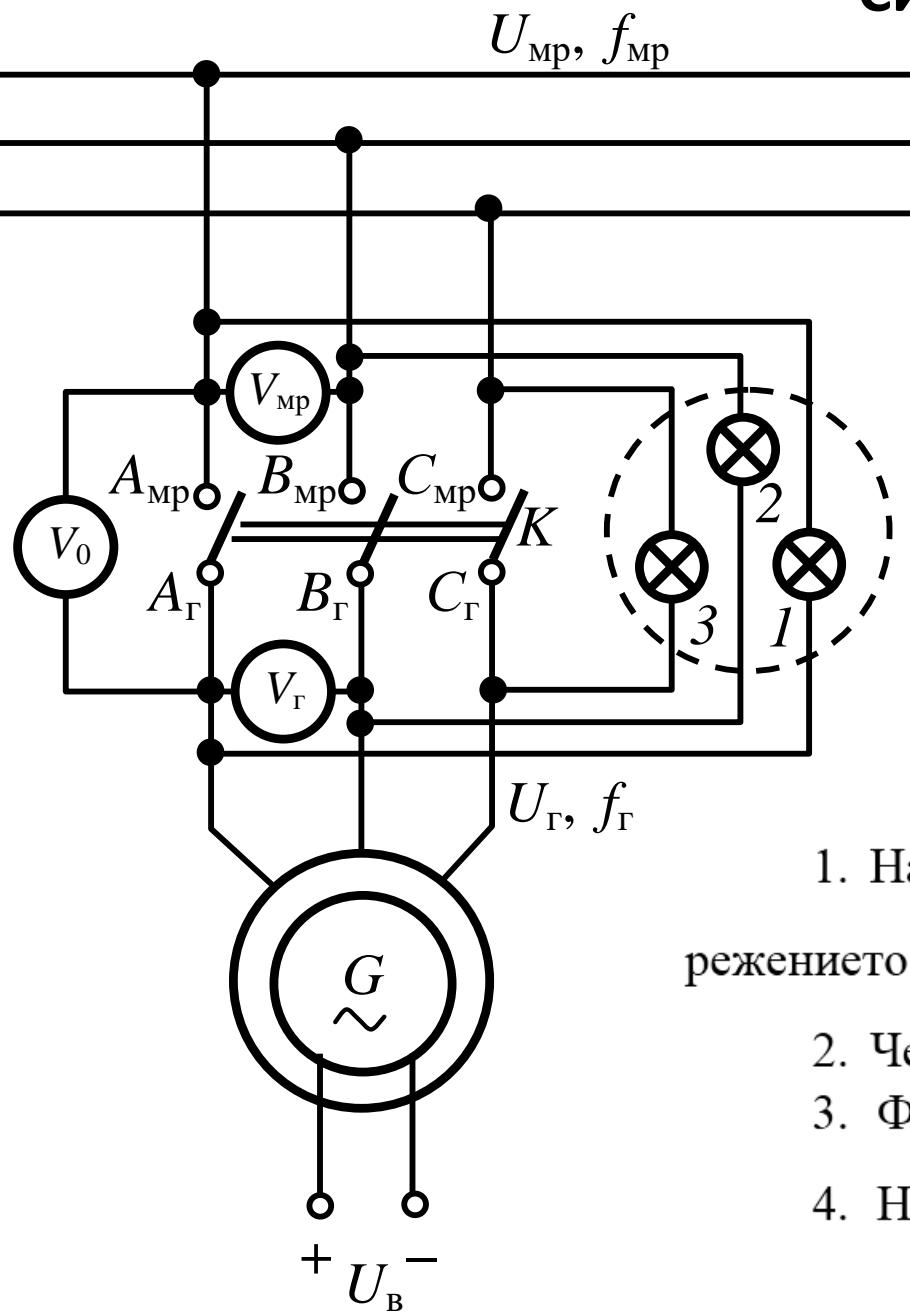
Характеристики на празен ход на синхронен генератор



Външни характеристики на синхронен генератор

СИНХРОННИ МАШИНИ

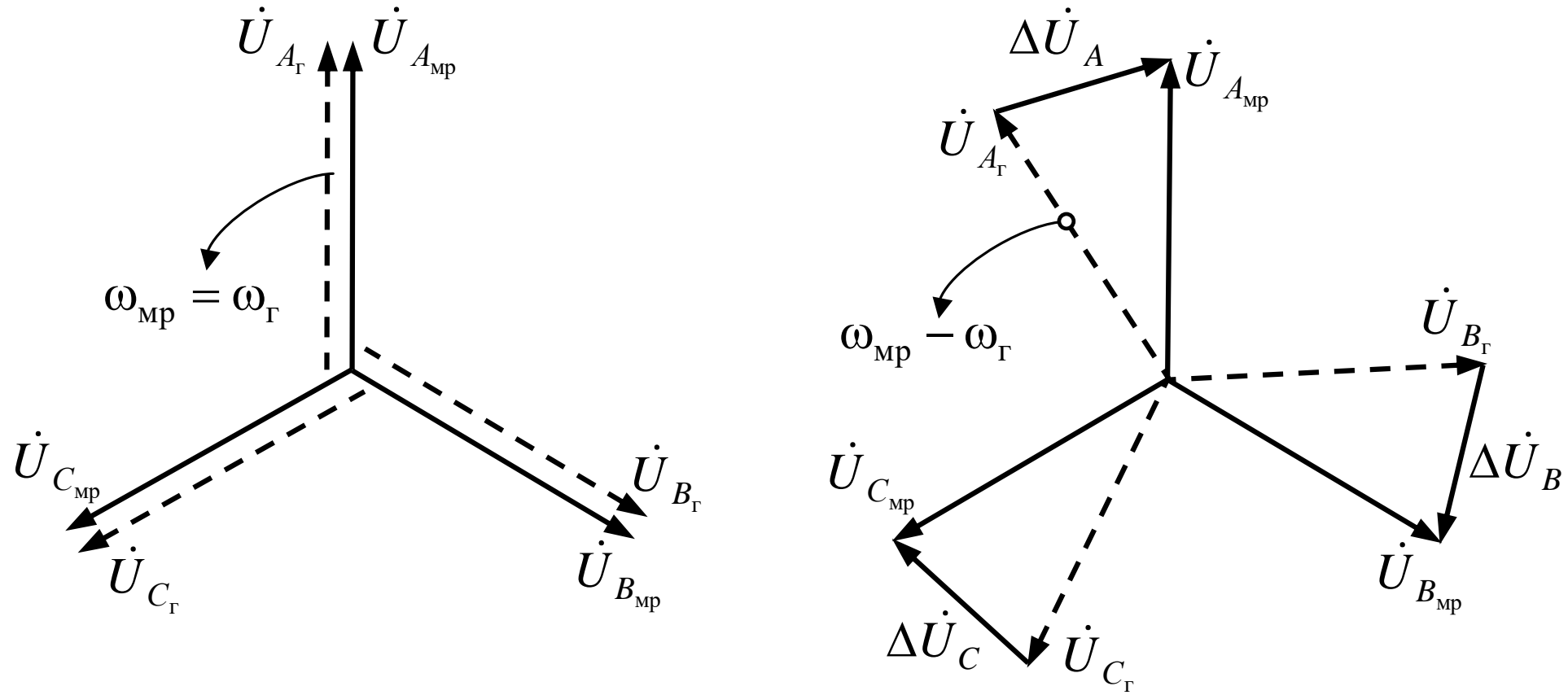
Включване на синхронните генератори в паралелна работа



За да се включи един синхронен генератор паралелно към мрежа, в която работят други синхронни генератори, трябва да бъдат изпълнени следните условия:

1. Напрежението на присъединявания генератор U_{Γ} да бъде равно на напрежението на мрежата $U_{\text{мр}}$.
2. Честотата на генератора f_{Γ} да бъде равна на честотата на мрежата $f_{\text{мр}}$.
3. Фазовият ред на генератора да бъде еднакъв с фазовия ред на мрежата.
4. Напреженията U_{Γ} и $U_{\text{мр}}$ да са във фаза.

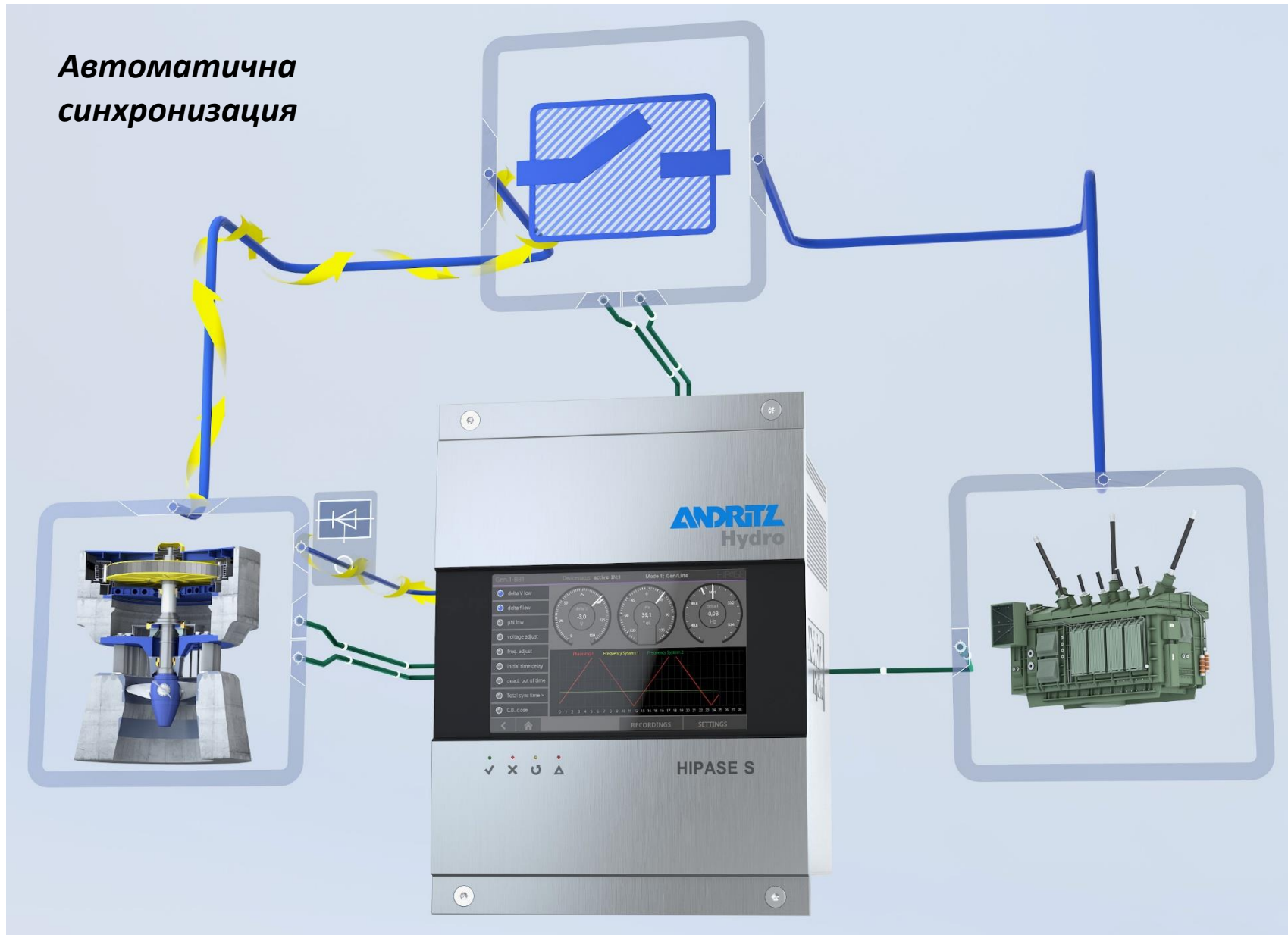
СИНХРОННИ МАШИНИ



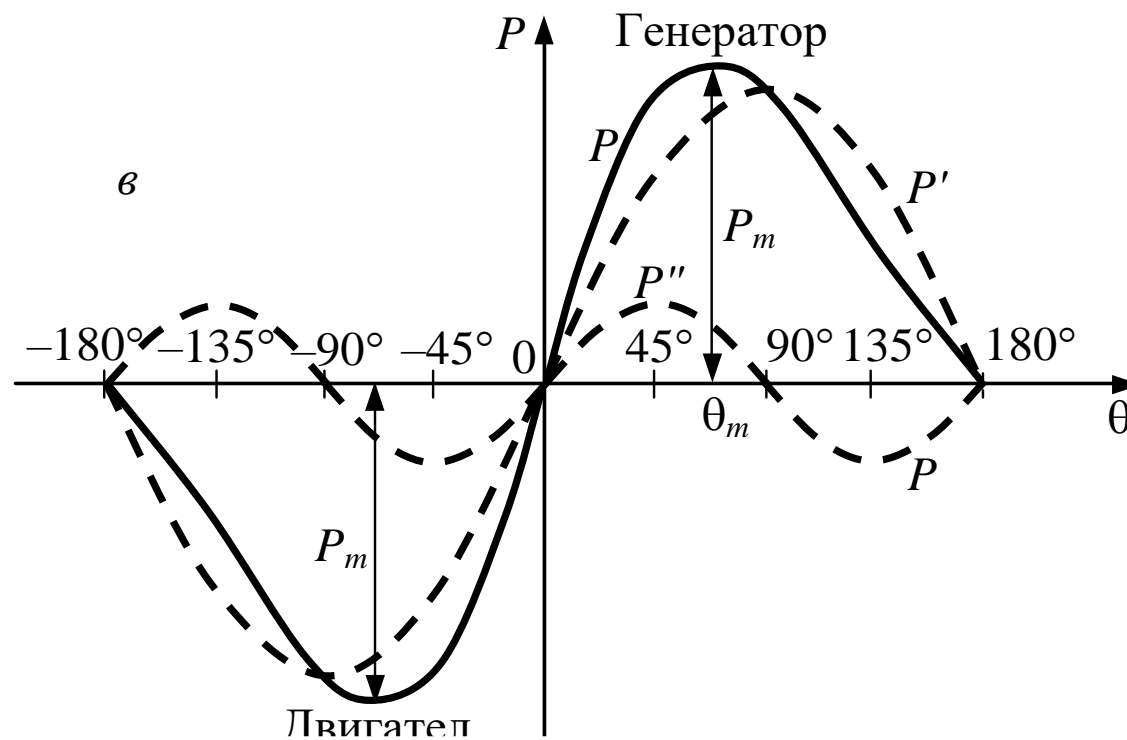
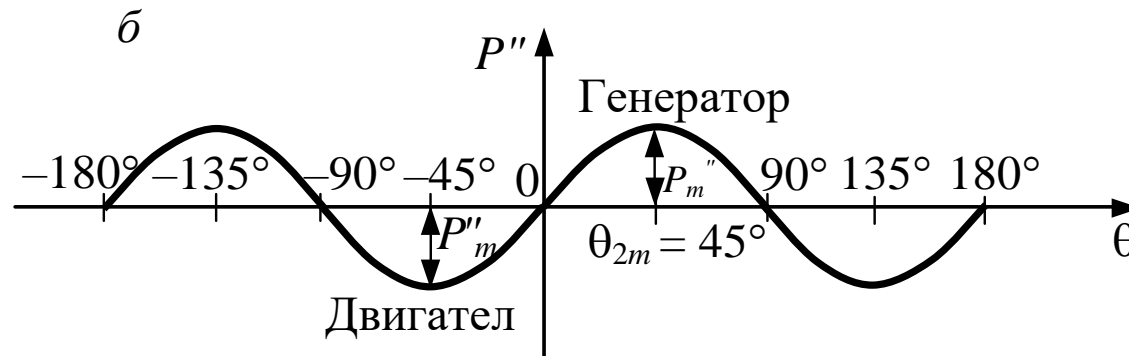
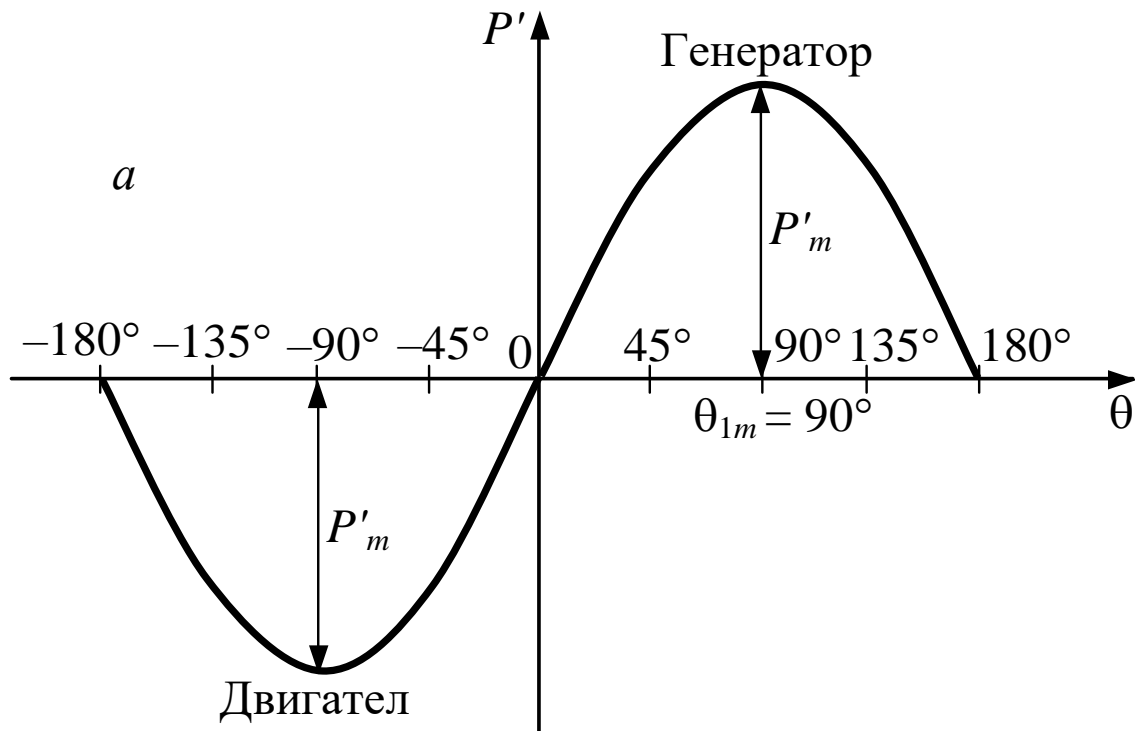
Векторни диаграми на напреженията на мрежата и генератора

СИНХРОННИ МАШИНИ

*Автоматична
синхронизация*



СИНХРОННИ МАШИНИ



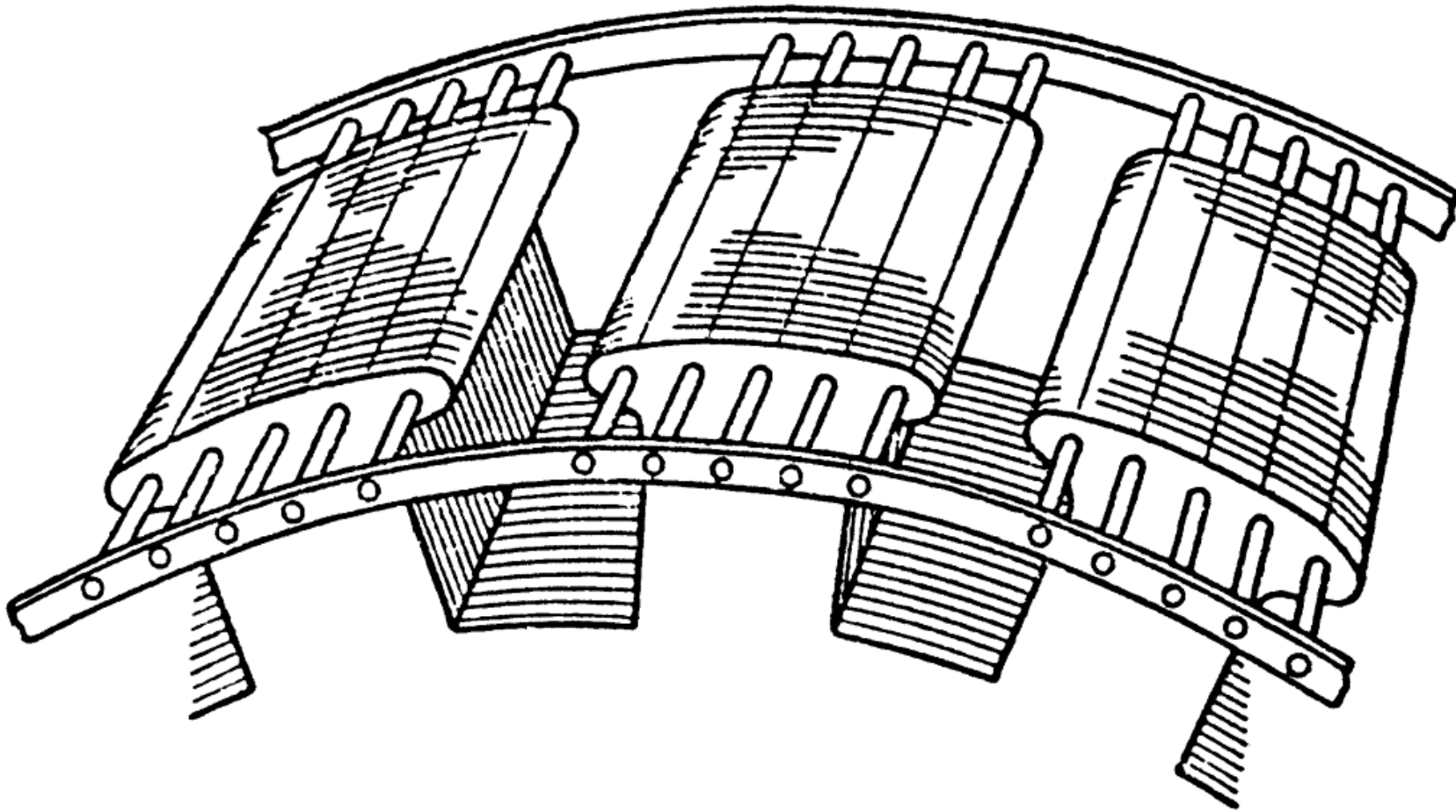
Ъглови характеристики на синхронна машина:

а – неявнополюсна машина;

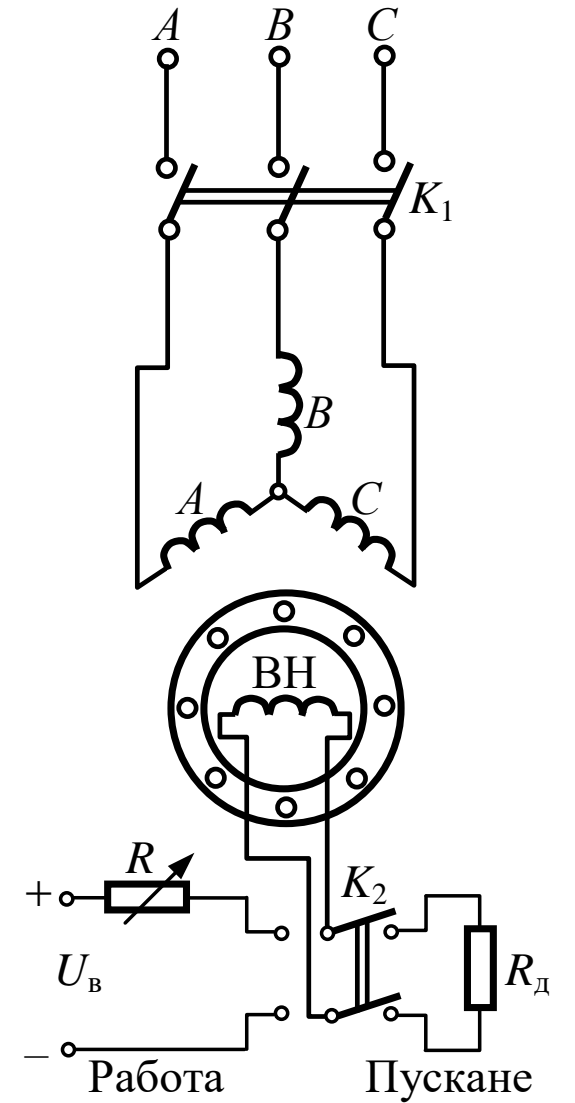
б – невъзбудена явнополюсна машина;

в – възбудена явнополюсна машина

СИНХРОНИ МАШИНИ

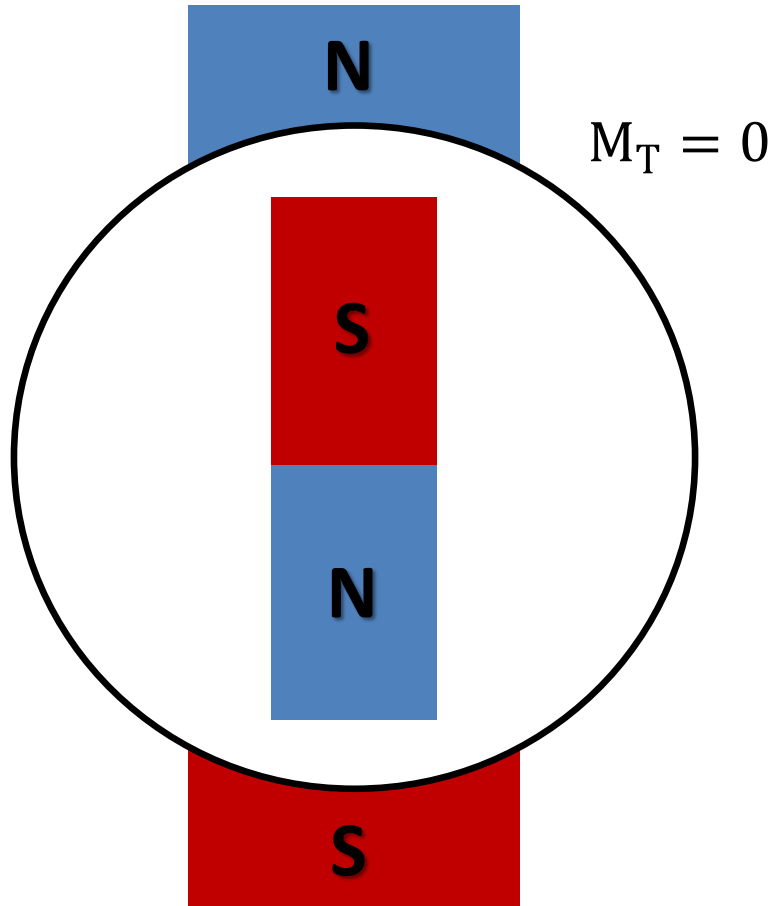


*Успокоителна намотка на явнополюсна
синхронна машина*

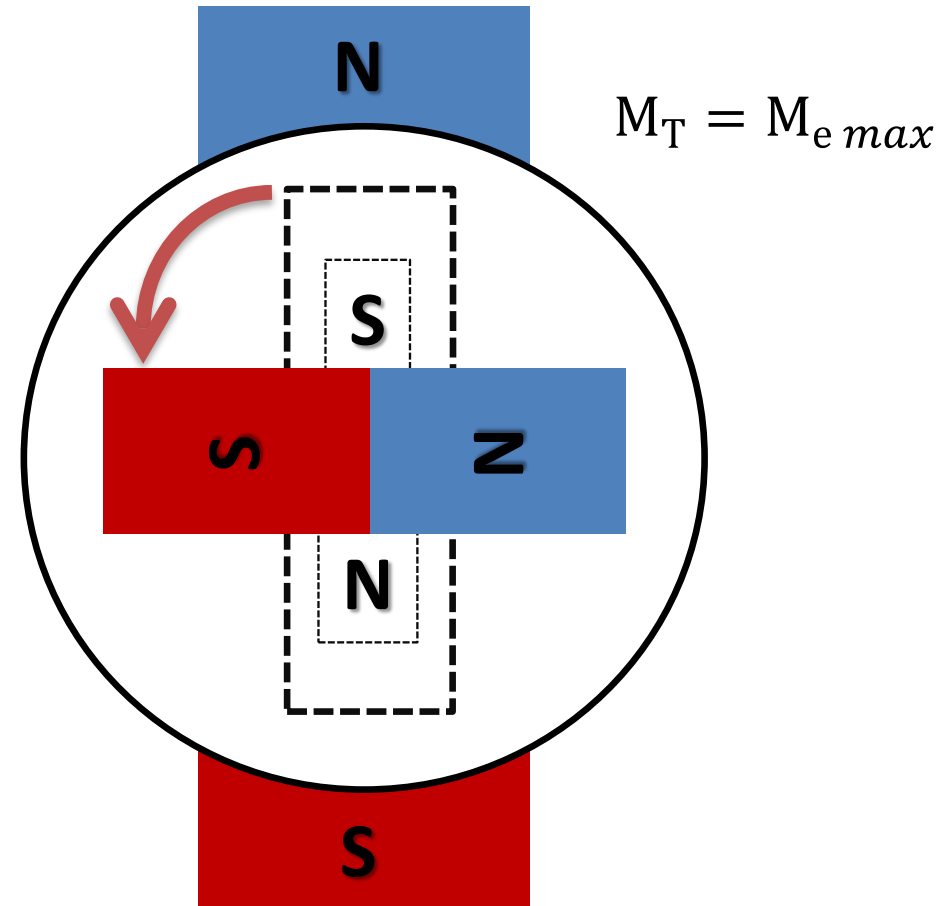


*Асинхронно пускане на
синхронен двигател*

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



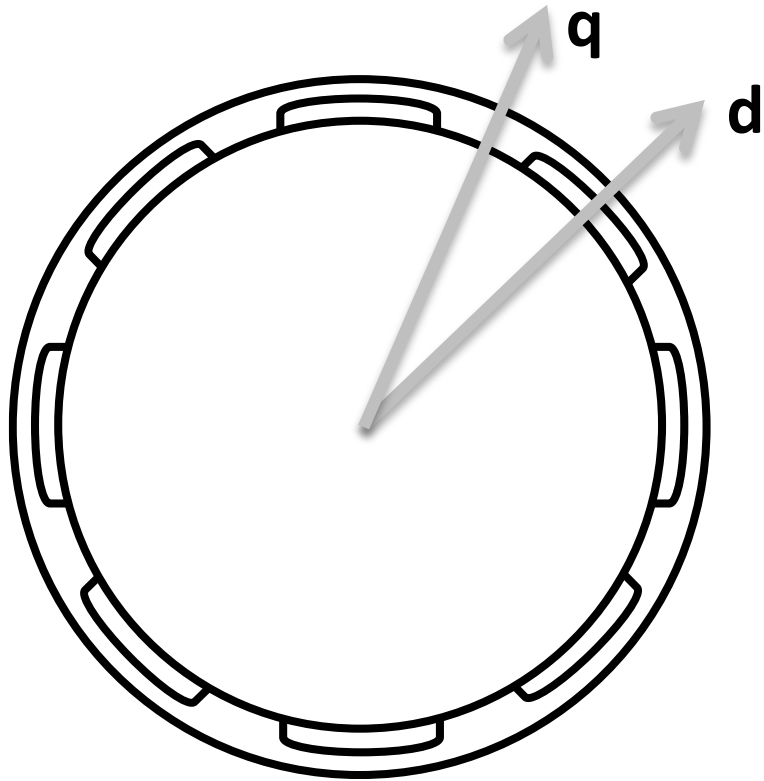
а.) скорост нула, товарен момент нула



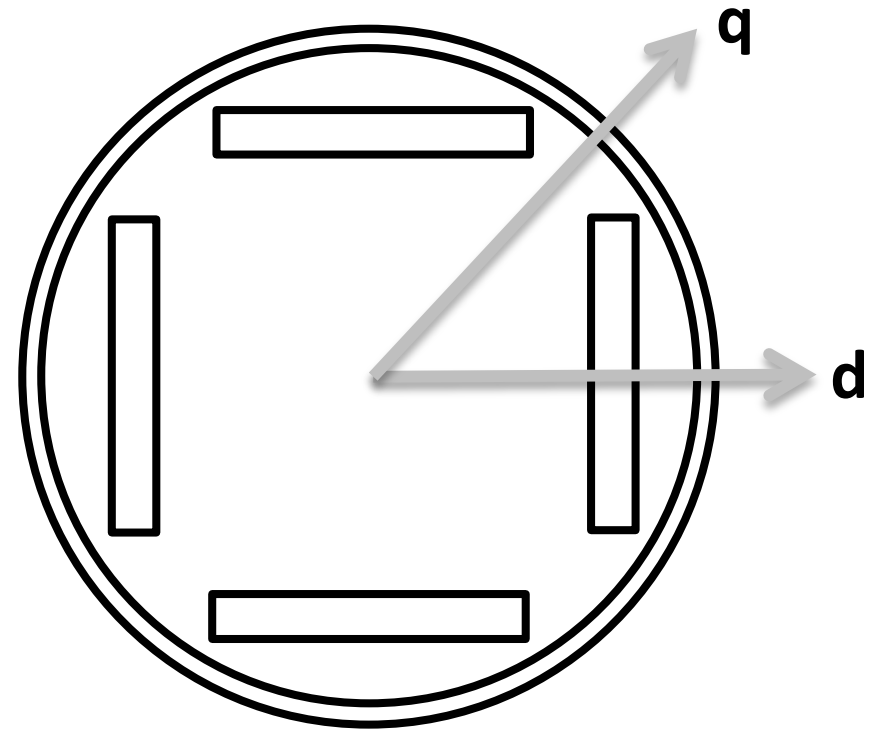
б.) скорост нула, максимален момент

Идеализирана/опростена синхронна машина

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



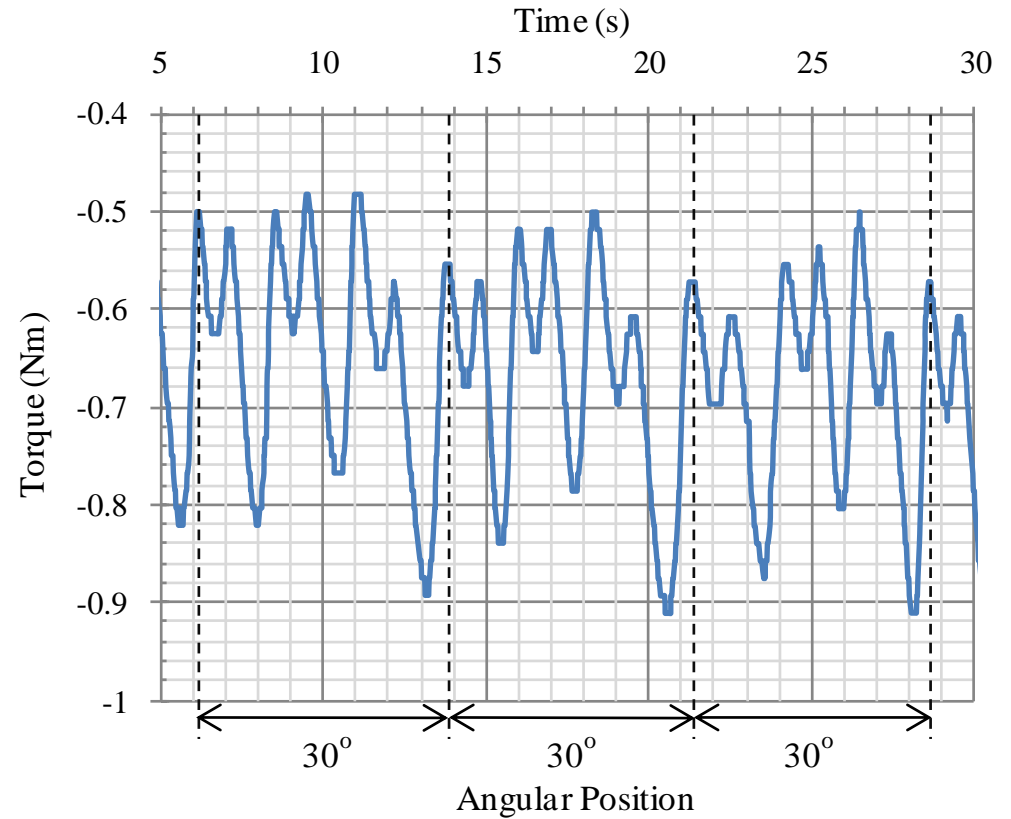
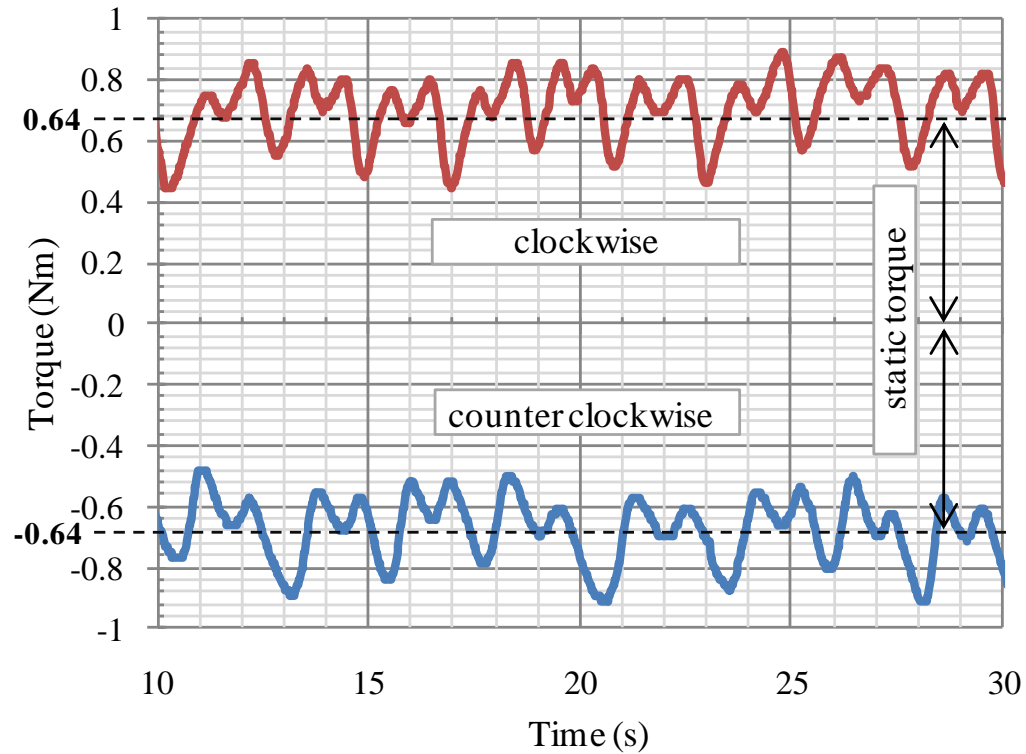
Неявнополюсна



Явнополюсна

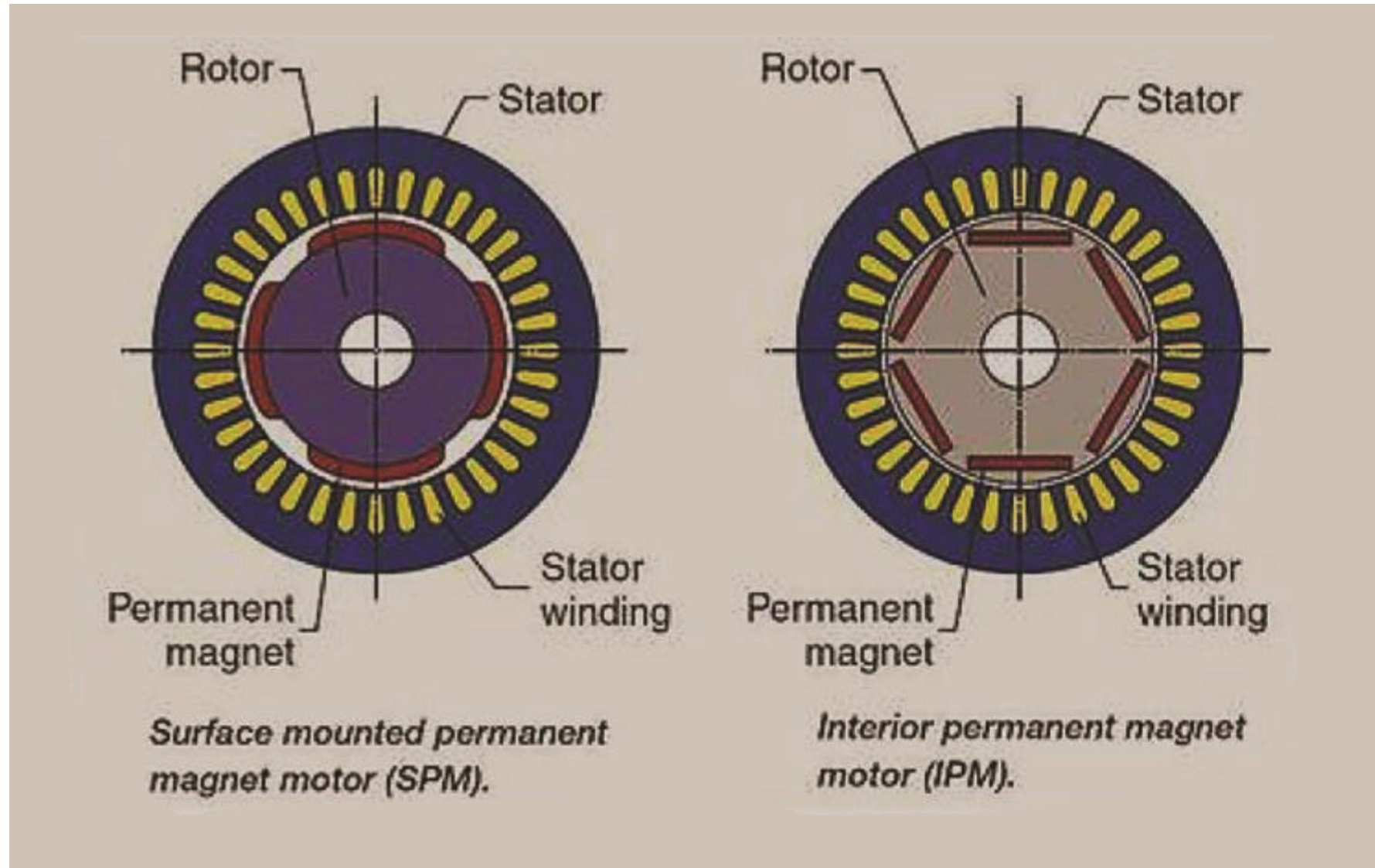
Конструкция на синхронен двигател с повърхностни и с вградени в ротора магнити

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

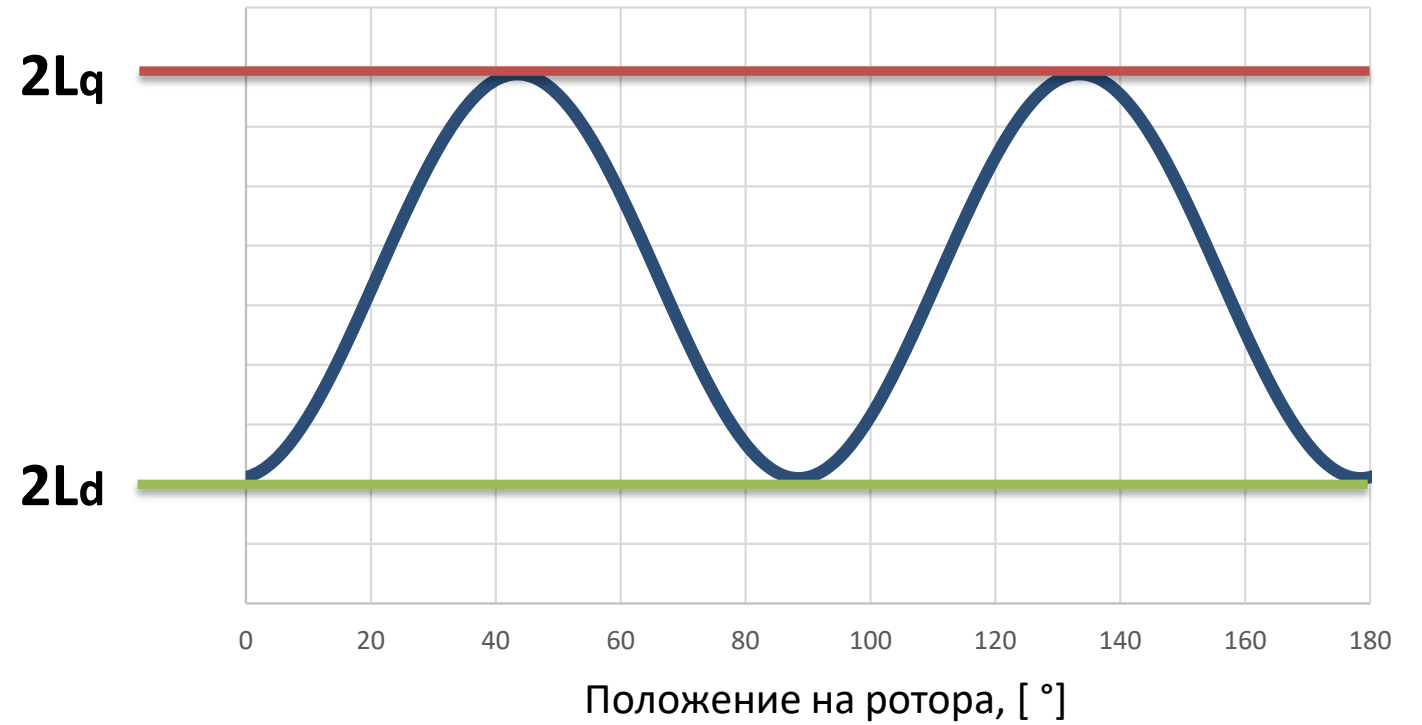
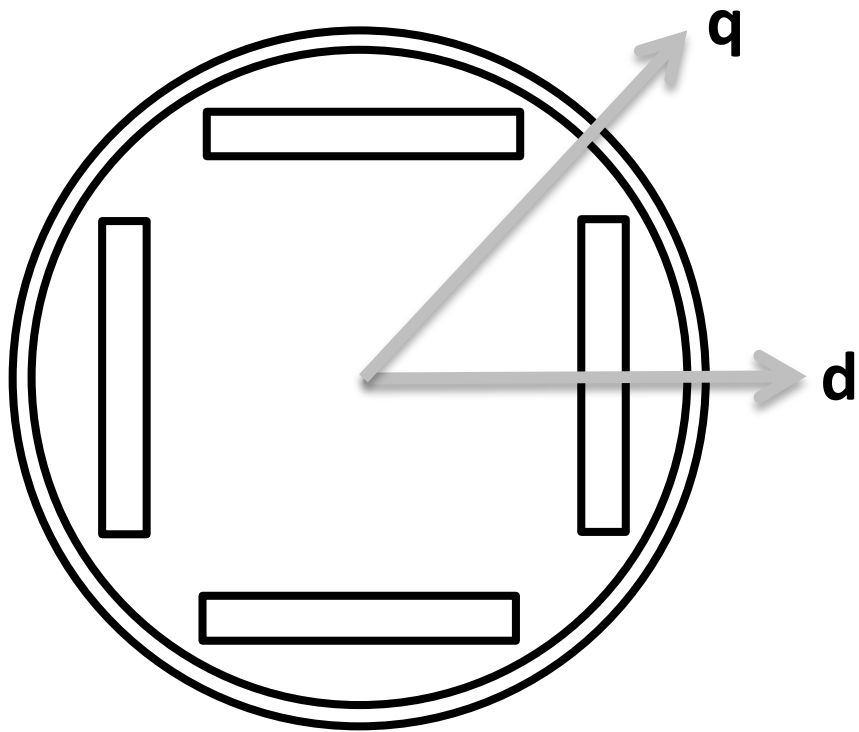


Задържащ момент (cogging torque) синхронен двигател с повърхностни магнити

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



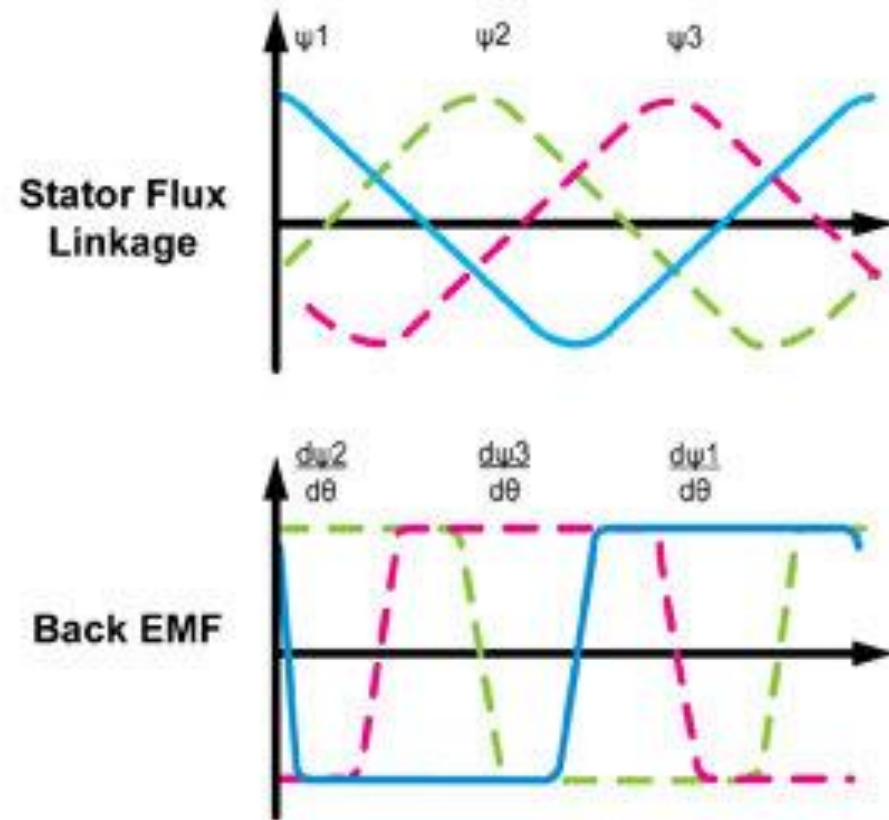
СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



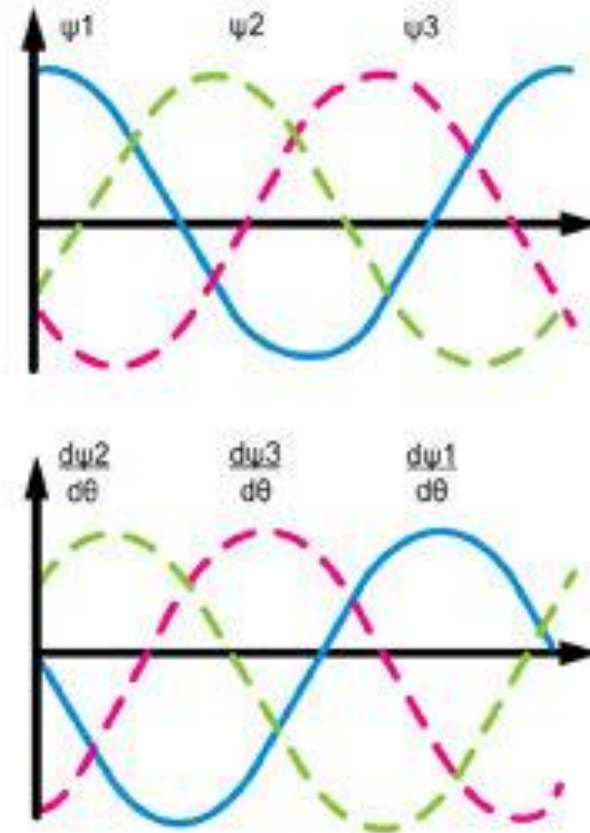
Индуктивност на синхронна машина с постоянни магнити

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

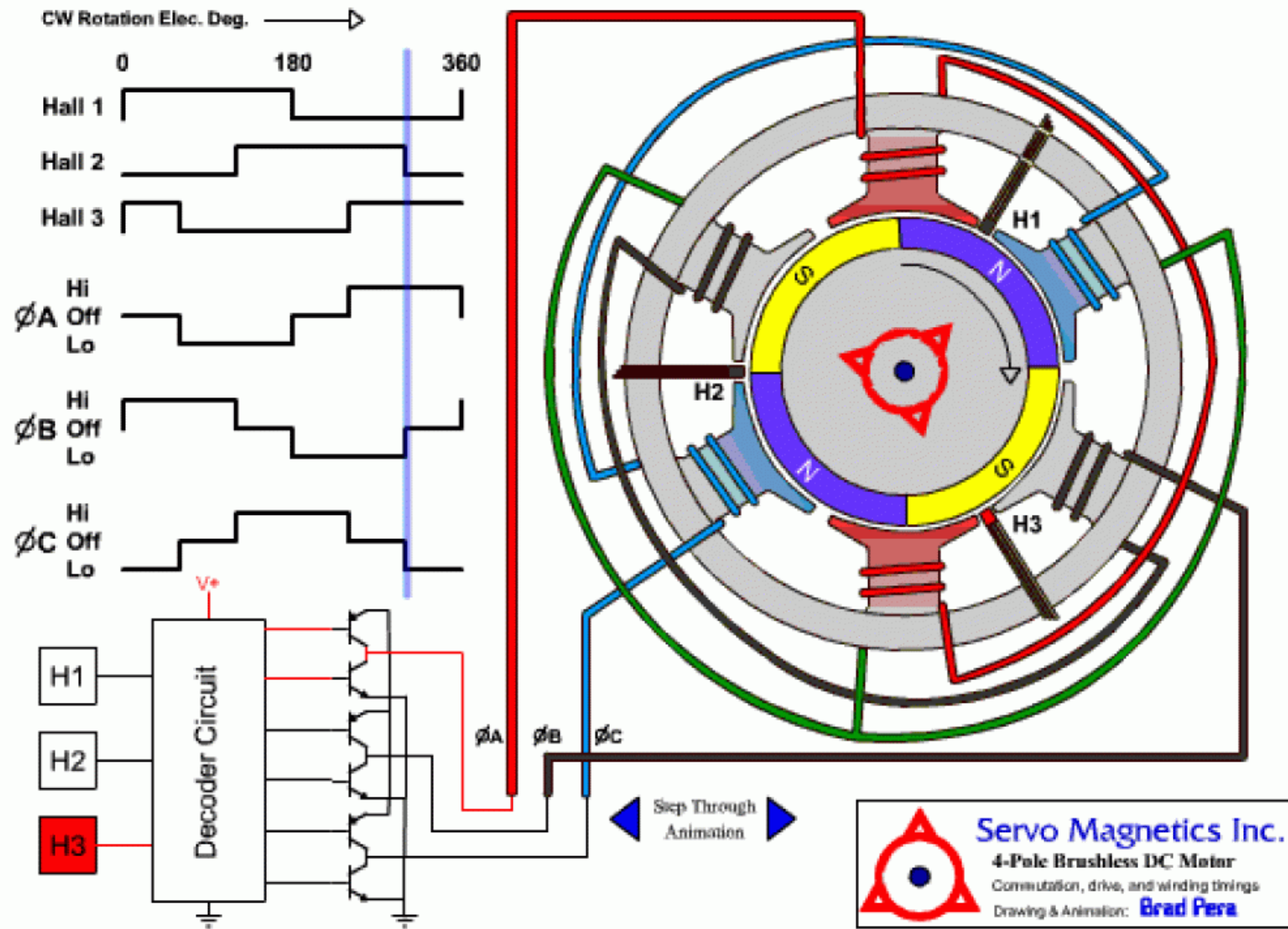
BLDC



PMSM



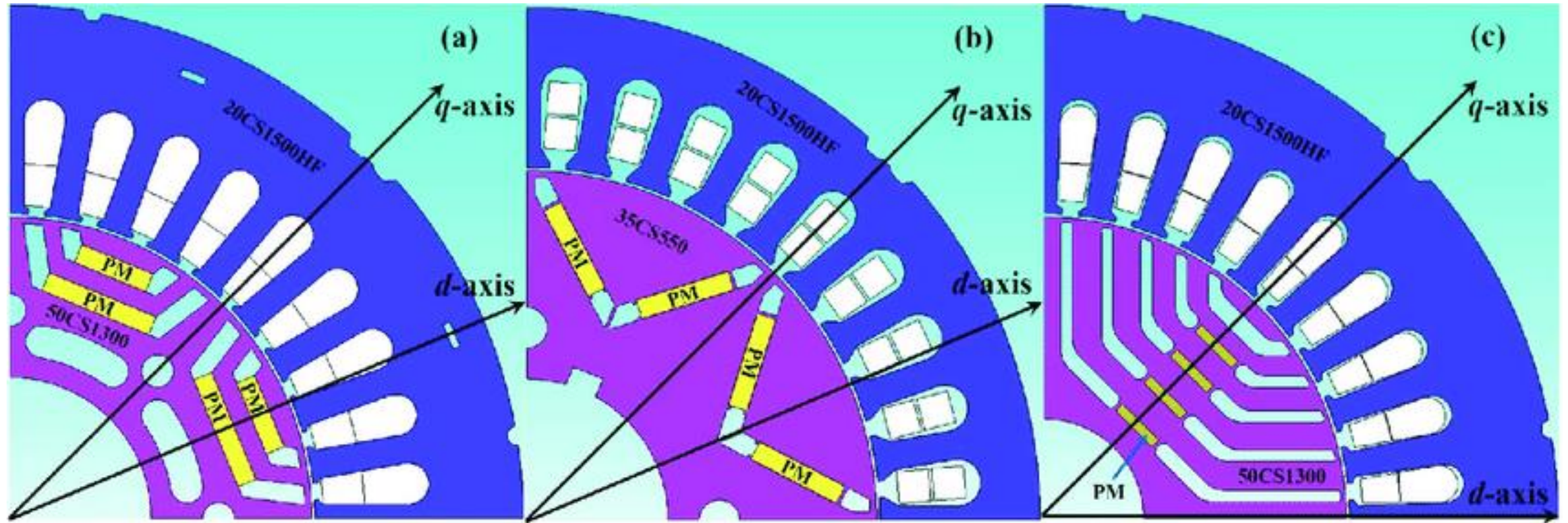
СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

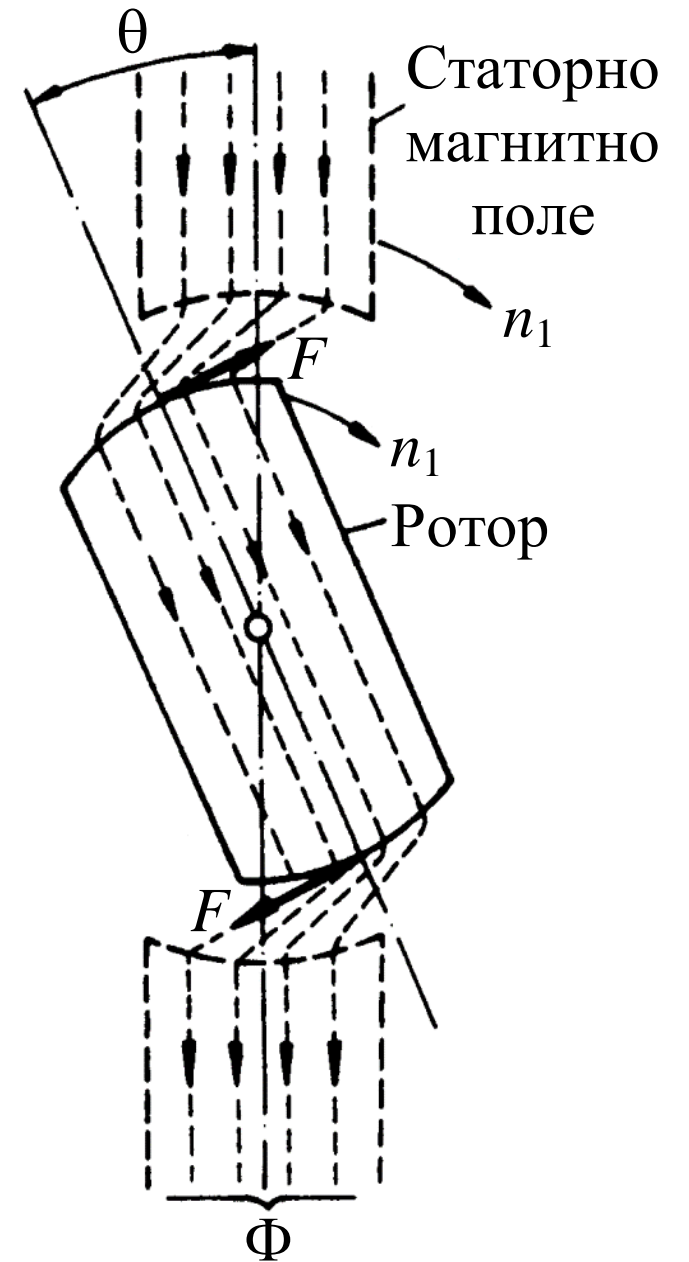
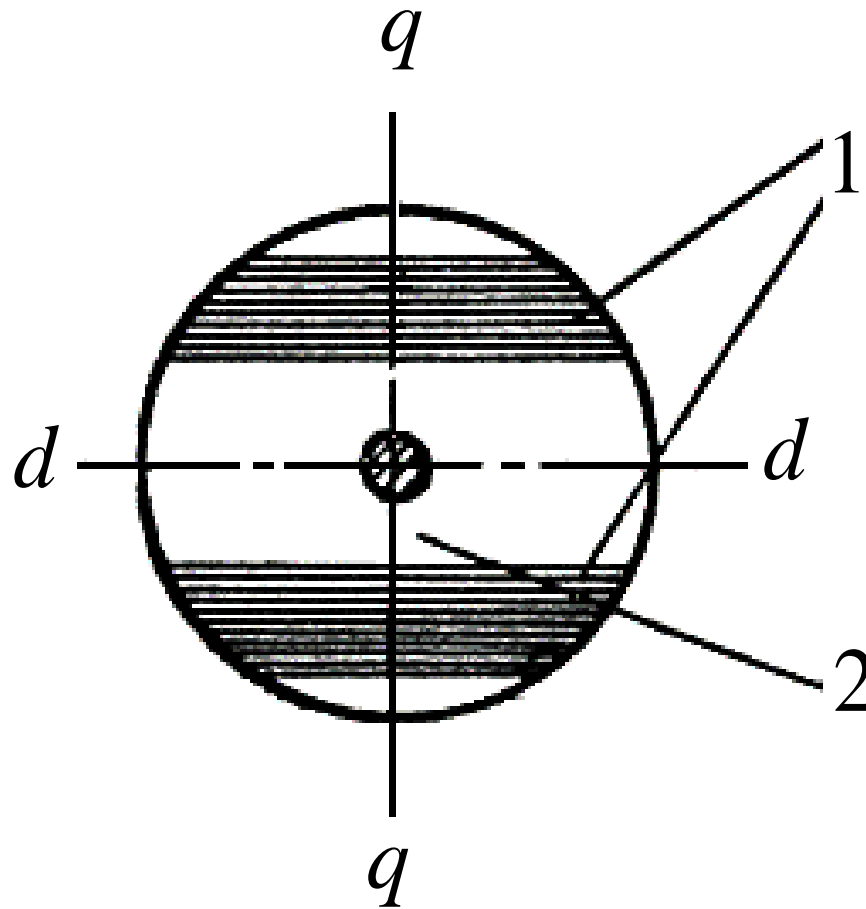
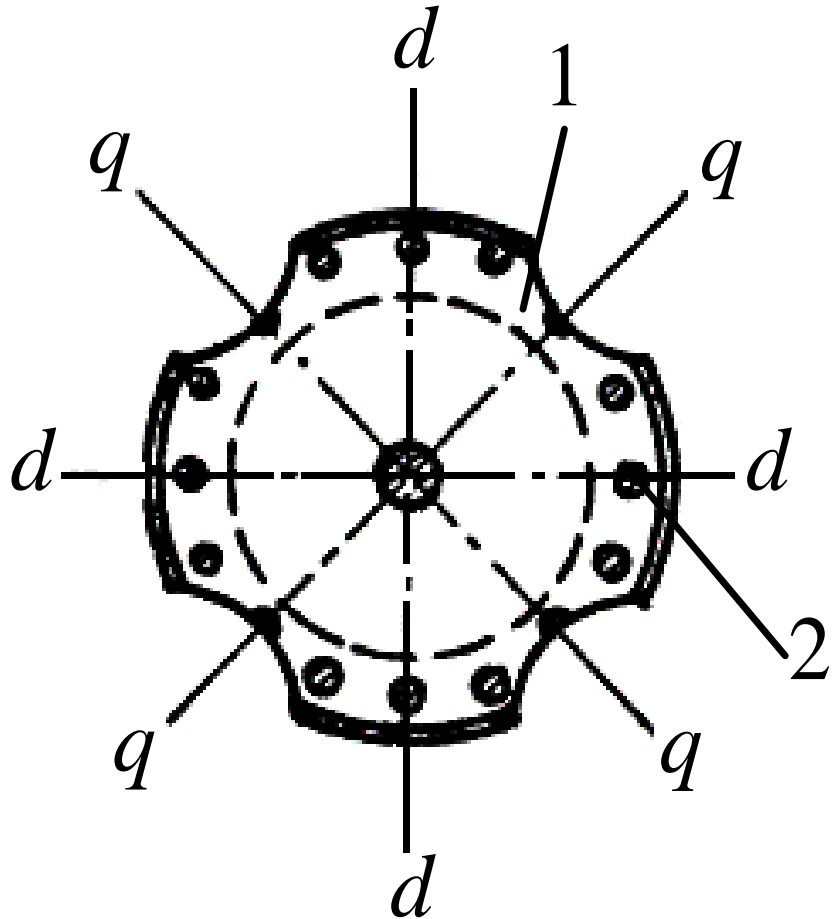


СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



Синхронен реактивен двигател

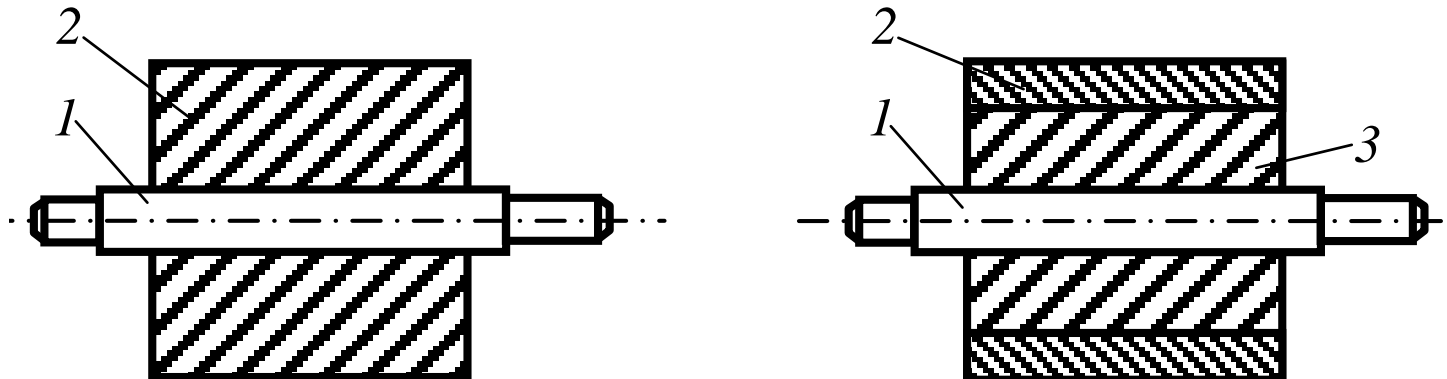
СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



Синхронен реактивен двигател

СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

Статорът на хистерезисния двигател е аналогичен на статора на обикновена променливотокова машина. Статорната намотка може да бъде трифазна или двуфазна (с кондензатор в едната фаза). Активната част на ротора се изработва от *магнитно твърд* материал с широк хистерезисен цикъл, за което се използва специална сплав, наречена *викалой*. Разликата между двигателите с постоянни магнити и хистерезисните двигатели е в това, че в първите роторът се подлага на *предварително намагнитване*, а във вторите роторът се намагнитва *от статорното магнитно поле*.

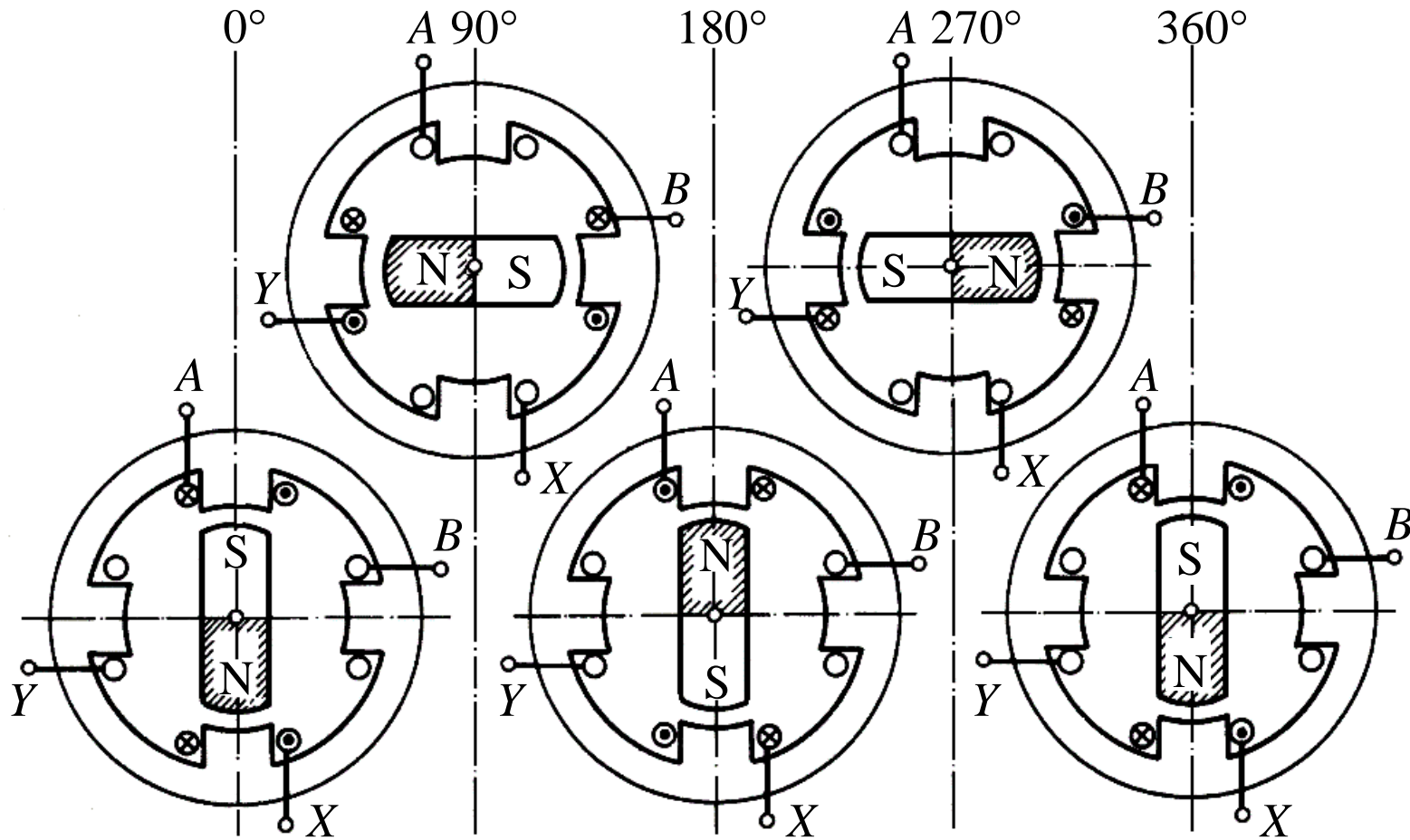


Ротор на хистерезисен двигател:

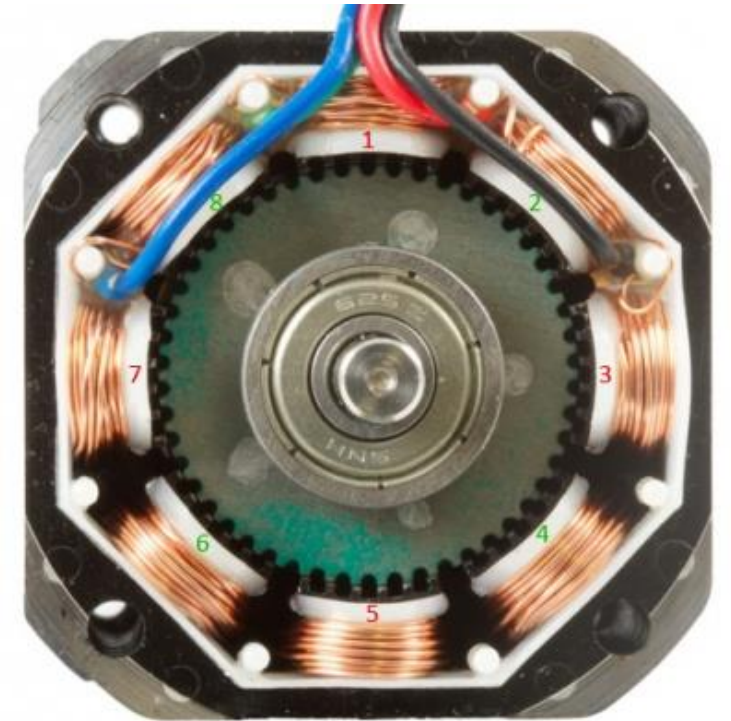
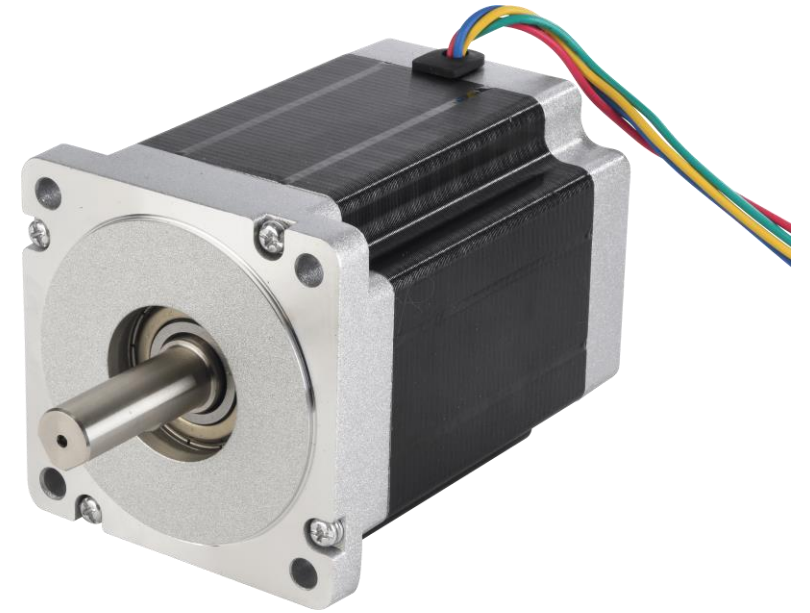
1 – вал; 2 – цилиндър от магнитно твърд материал;

3 – носеща втулка от стомана или алуминий

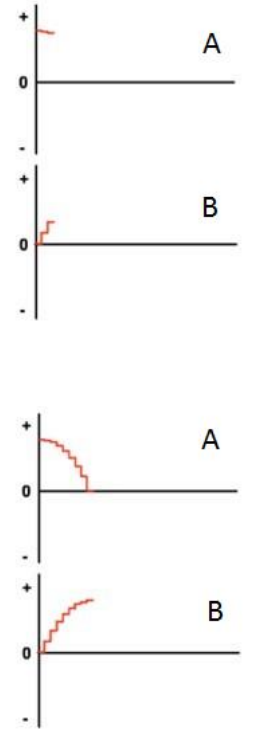
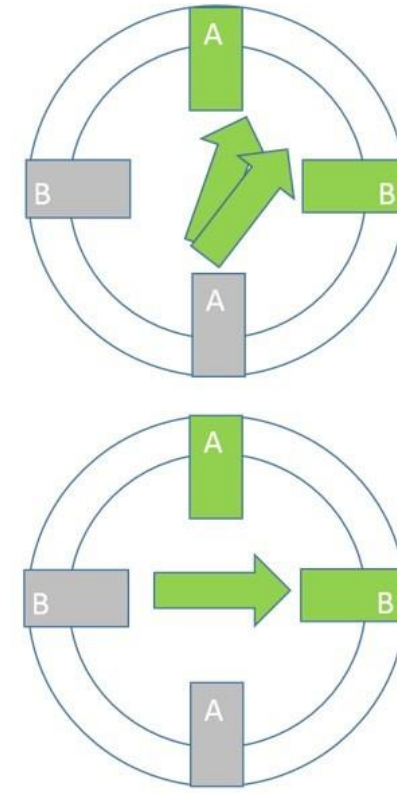
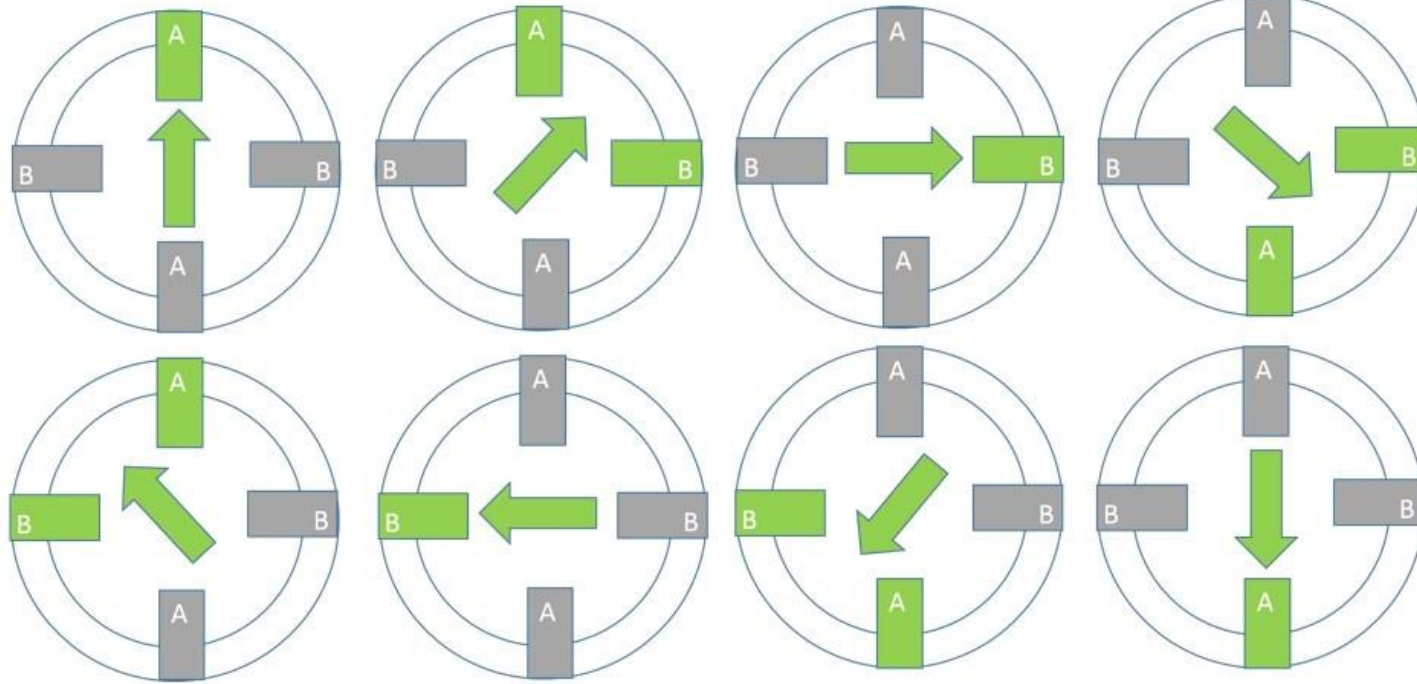
СИНХРОНИ ДВИГАТЕЛИ



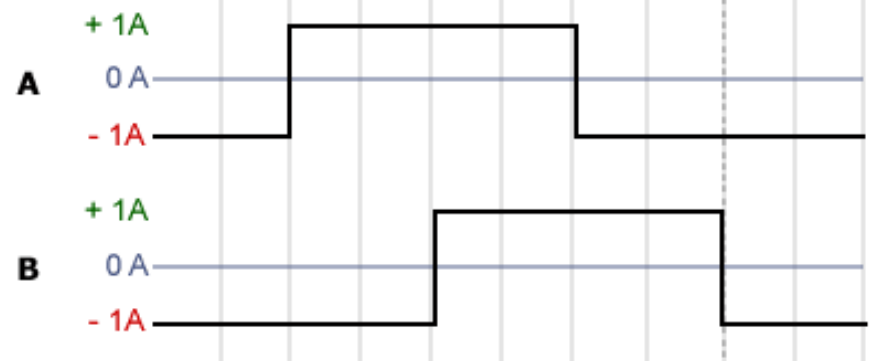
Принцип на работа на стъпков двигател с активен ротор при симетрична комутация



СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

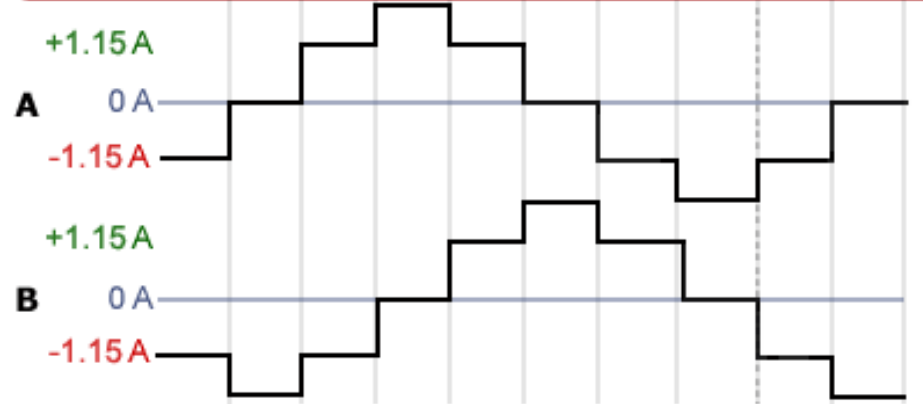


градус/стъпка 1.8 3.6 5.4 7.2 9.0



Микростъпково управление

градус/стъпка 1.8° 3.6° 5.4° 7.2° 9.0°



СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ



Стъпков драйвер

