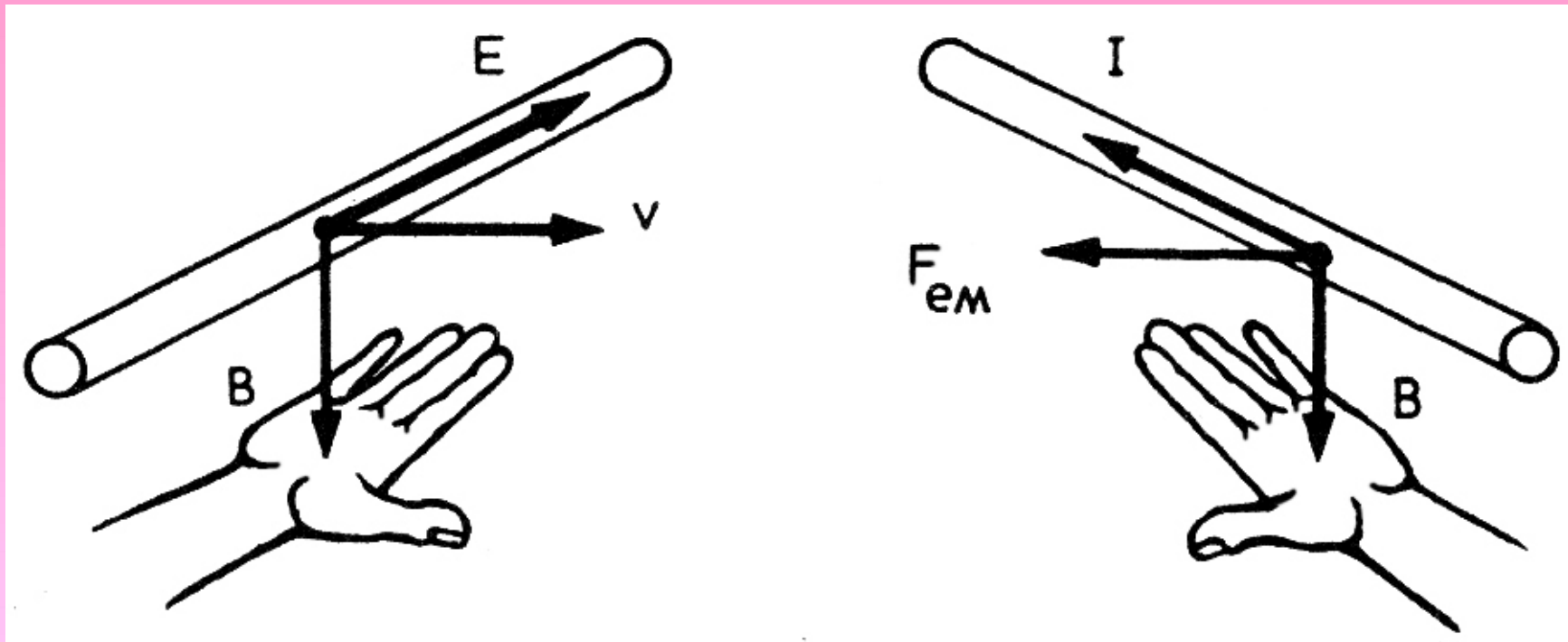




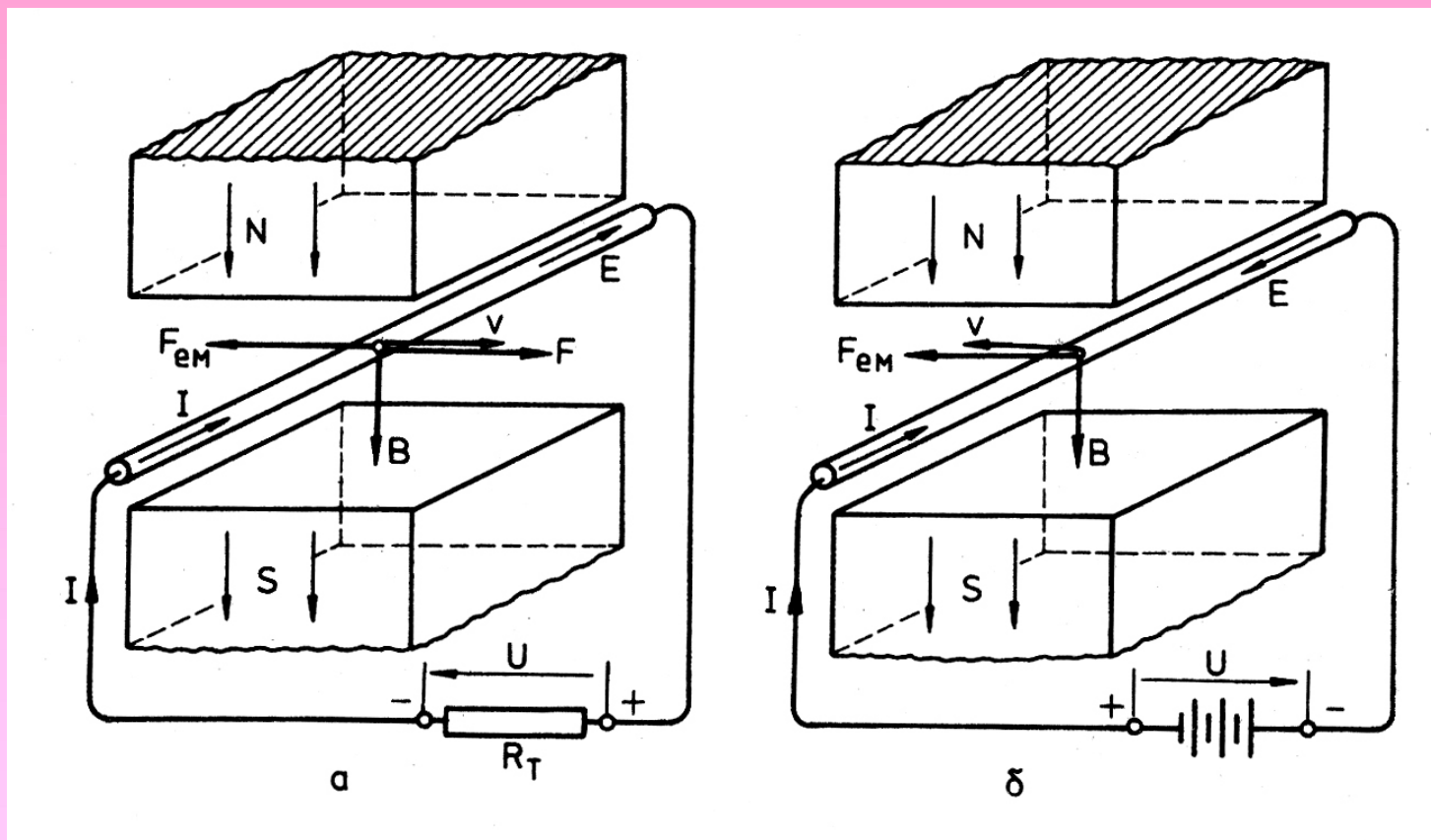
## Правила на дясната и лявата ръка



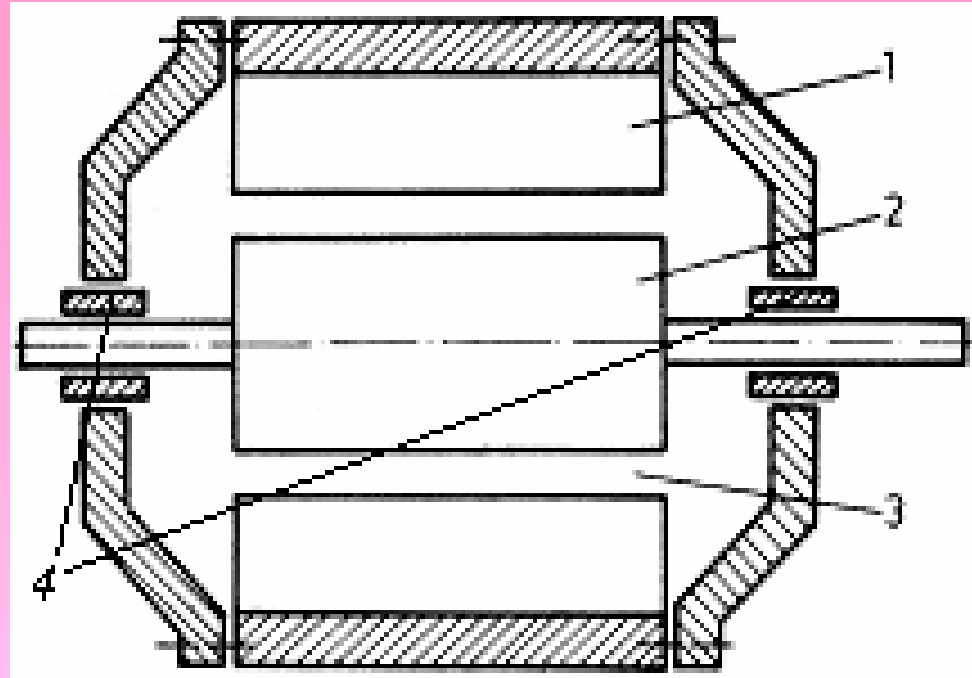
$$e_{IP} = Bl_{\delta} v$$

$$f_{EM} = Bl_{\delta} I$$

**Принцип на действие на:  
а/ генератор б/ двигател**



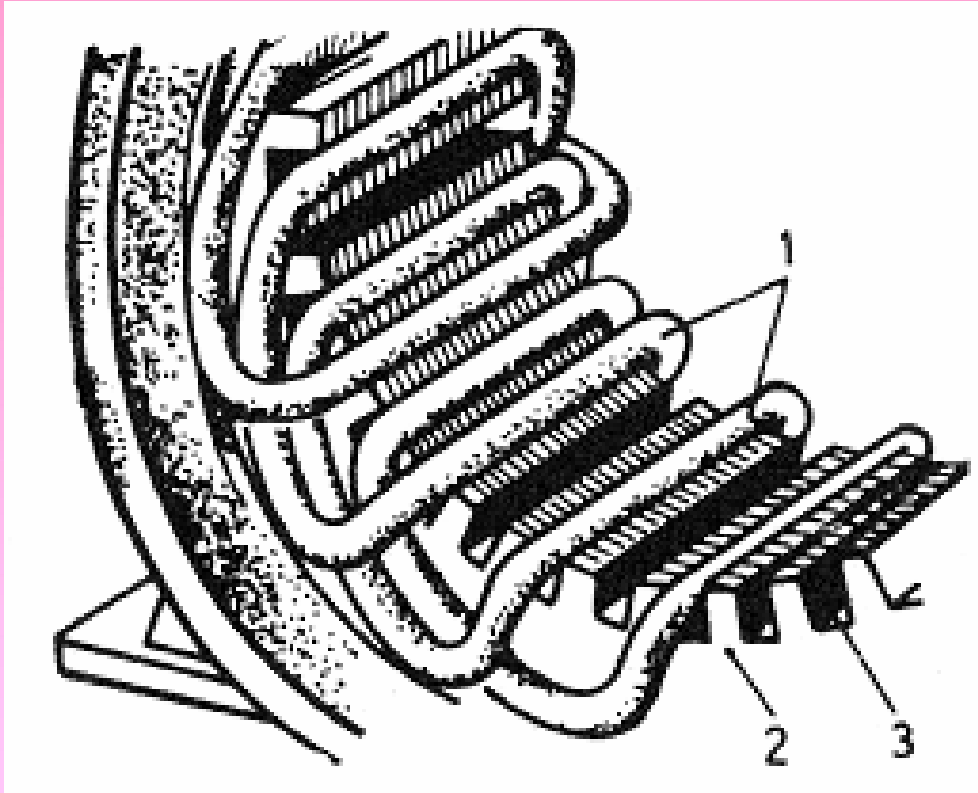
## Принципна схема на конструкцията на въртяща електрическа машина



**1 - статор /неподвижен/ 2- ротор /въртящ се /**  
**3 - въздушна междина 4 – лагерни възли**

**Индуктор** – създава магнитно поле. **Котва** – система от проводници, в която се индукира полезното е.д.н.

# Разположение на намотката в каналите на магнитопровода / в случая - на статора/.



1 - намотка

2 – статорен пакет

3 – статорен канал

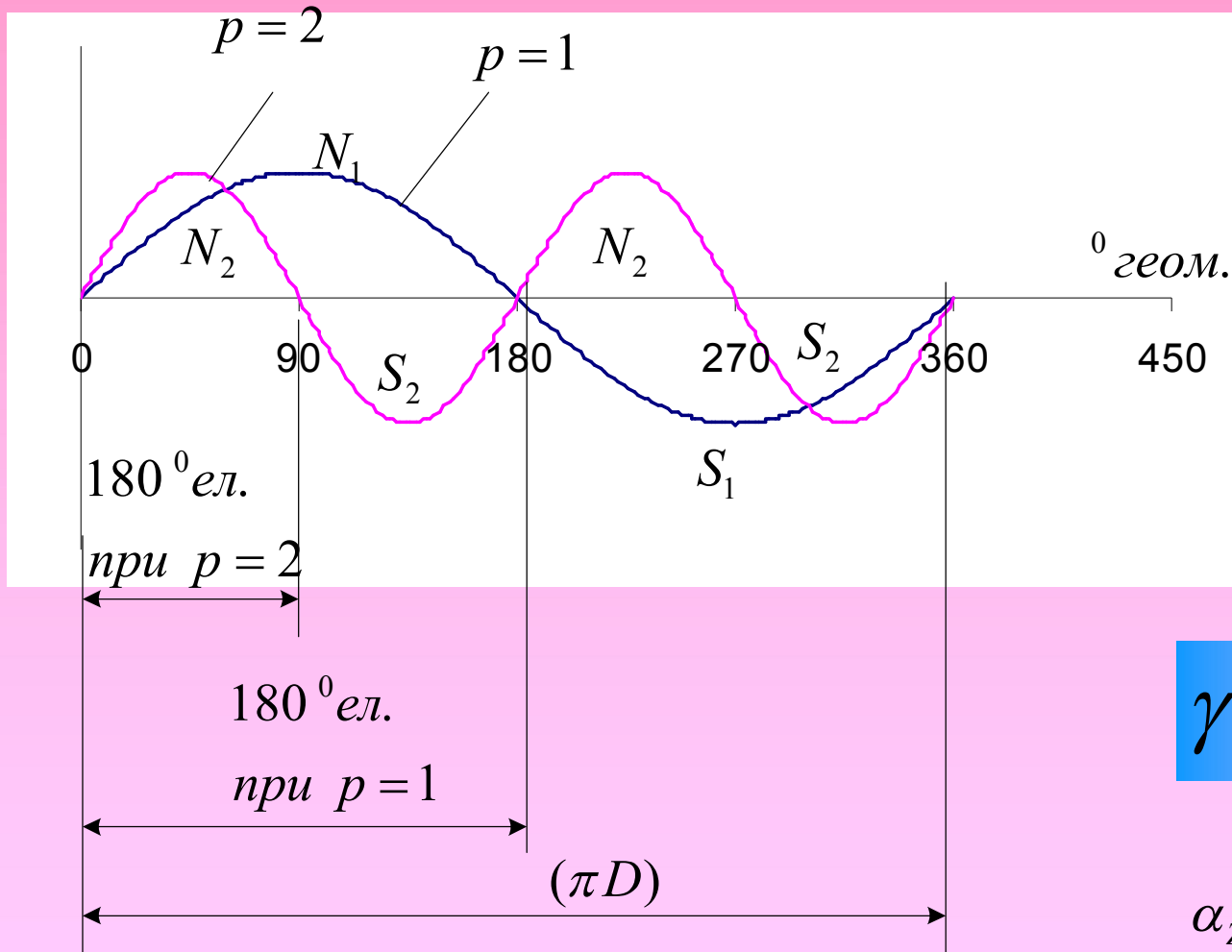
$$t_k = \frac{\pi D}{Z}$$

$$\tau = \frac{Z}{2p}$$

$$\tau = \frac{\pi D}{2p}$$

$$q = \frac{Z}{2pm}$$

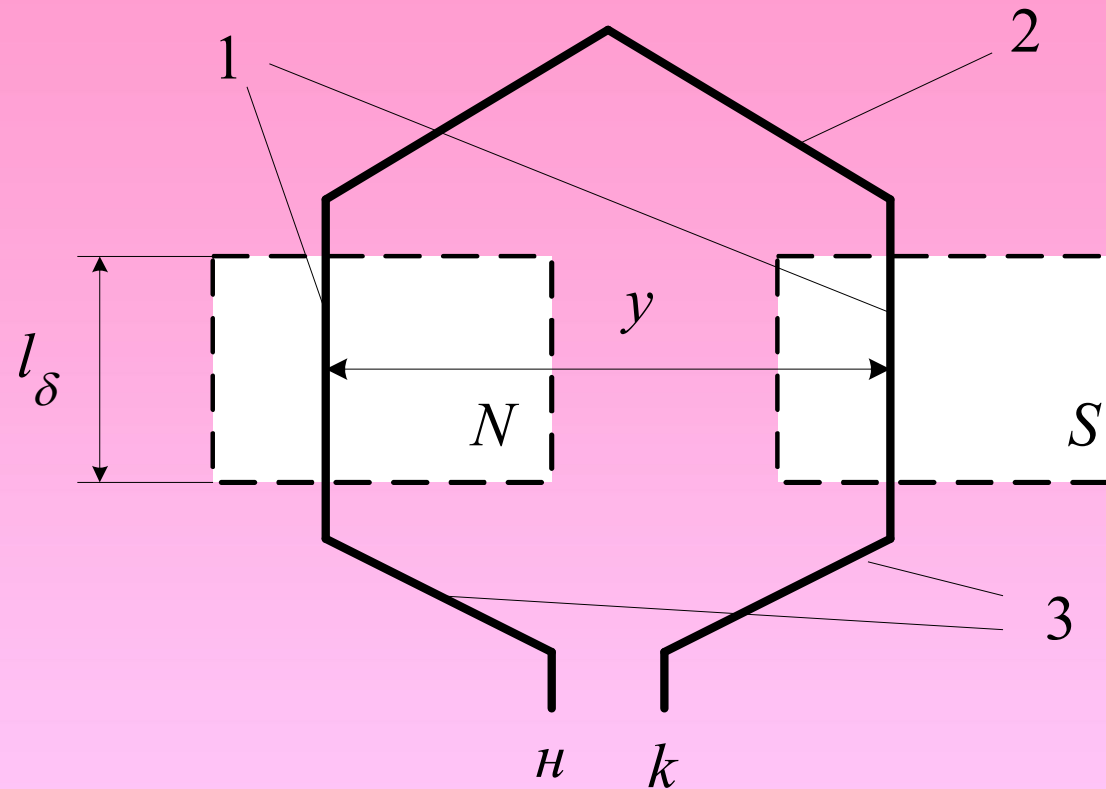
# Геометрични и електрически градуси



$$\gamma_{\text{ел}} = p \gamma_{\text{геом}}$$

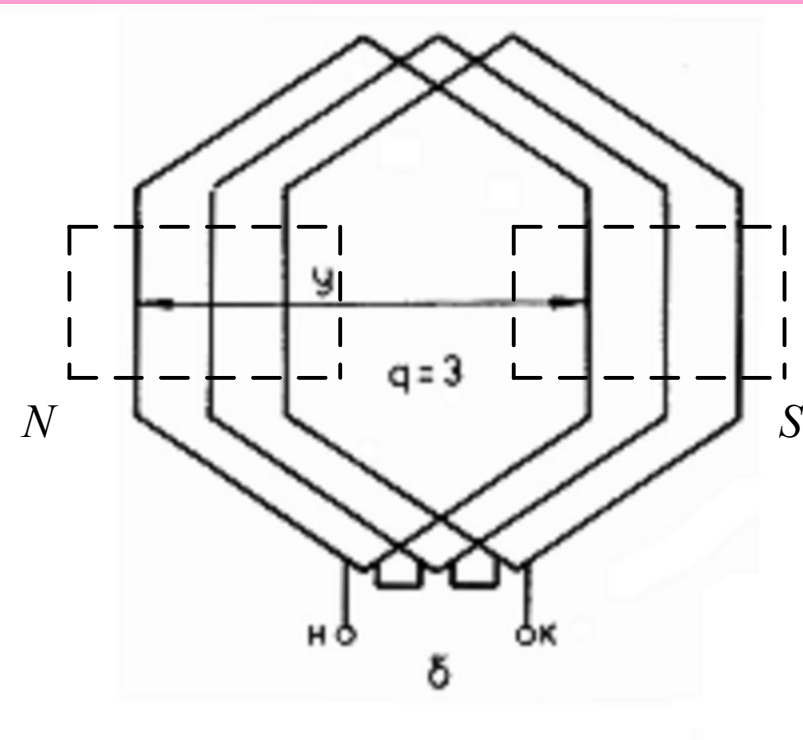
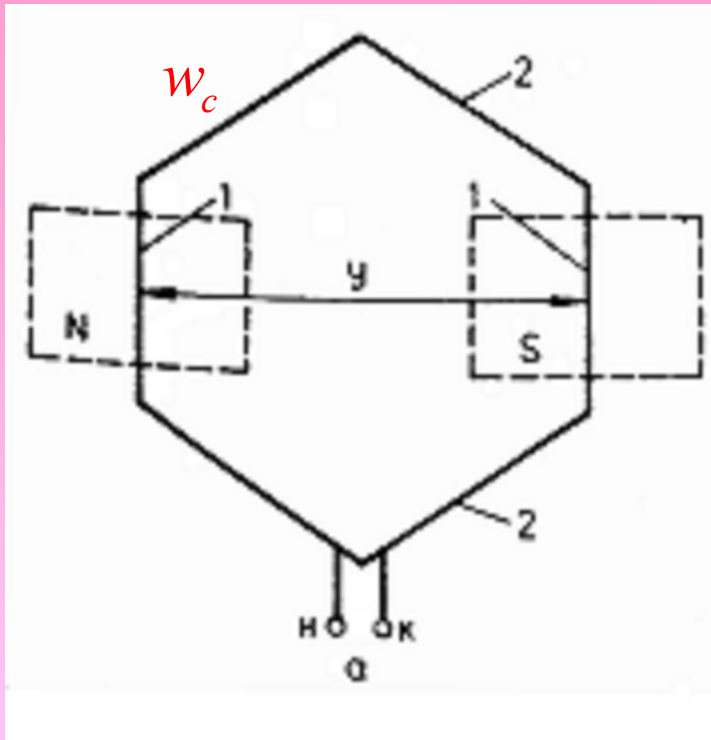
$$\alpha_z = p \frac{2\pi}{Z} \equiv p \frac{360}{Z}$$

# Навивка



1 – активни проводници, 2 – челни съединения,  
3 - изводи

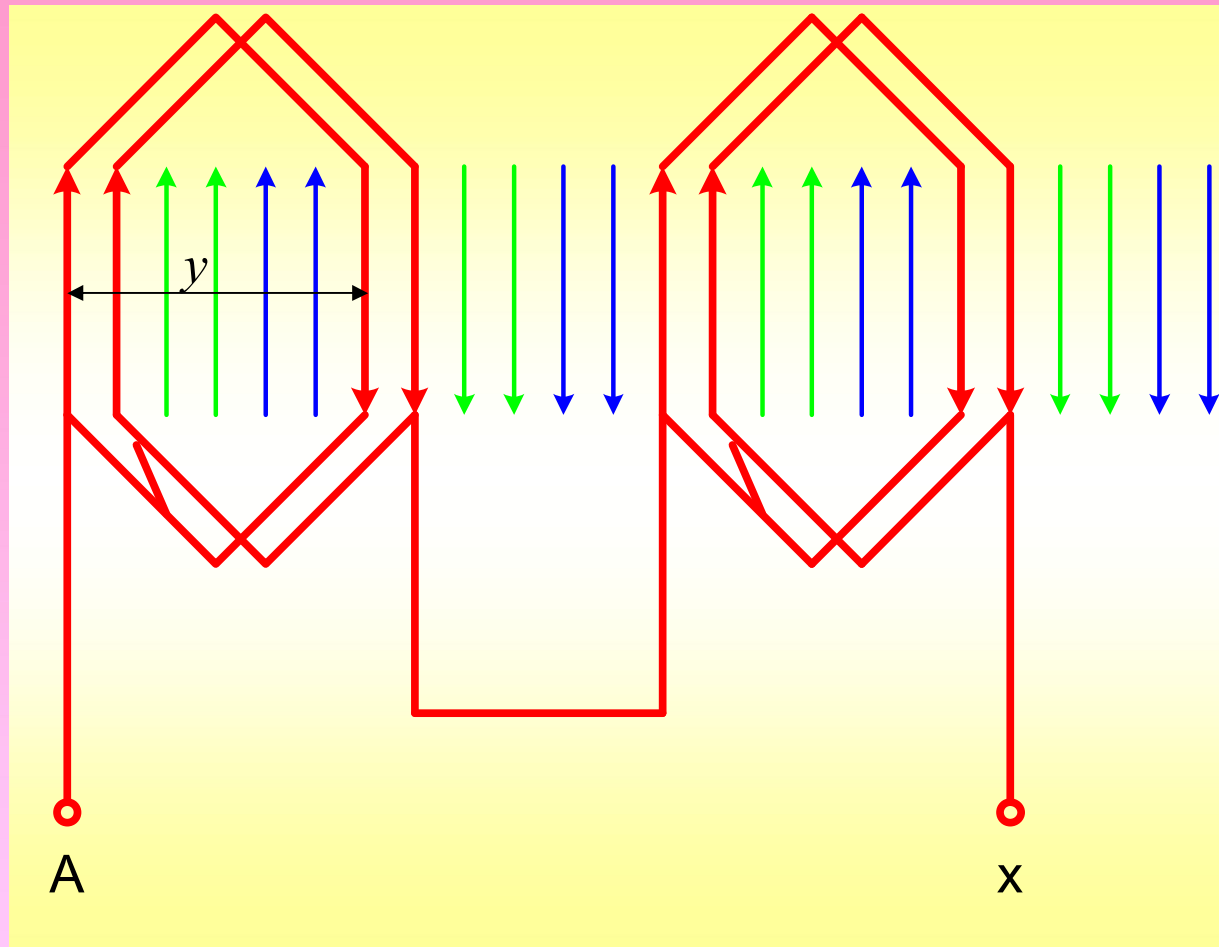
## Секция и секционна група



**1- активни страни на секцията; 2 – челни съединения**  
**q – брой на секциите в групата = брой на каналите на полюс и фаза**

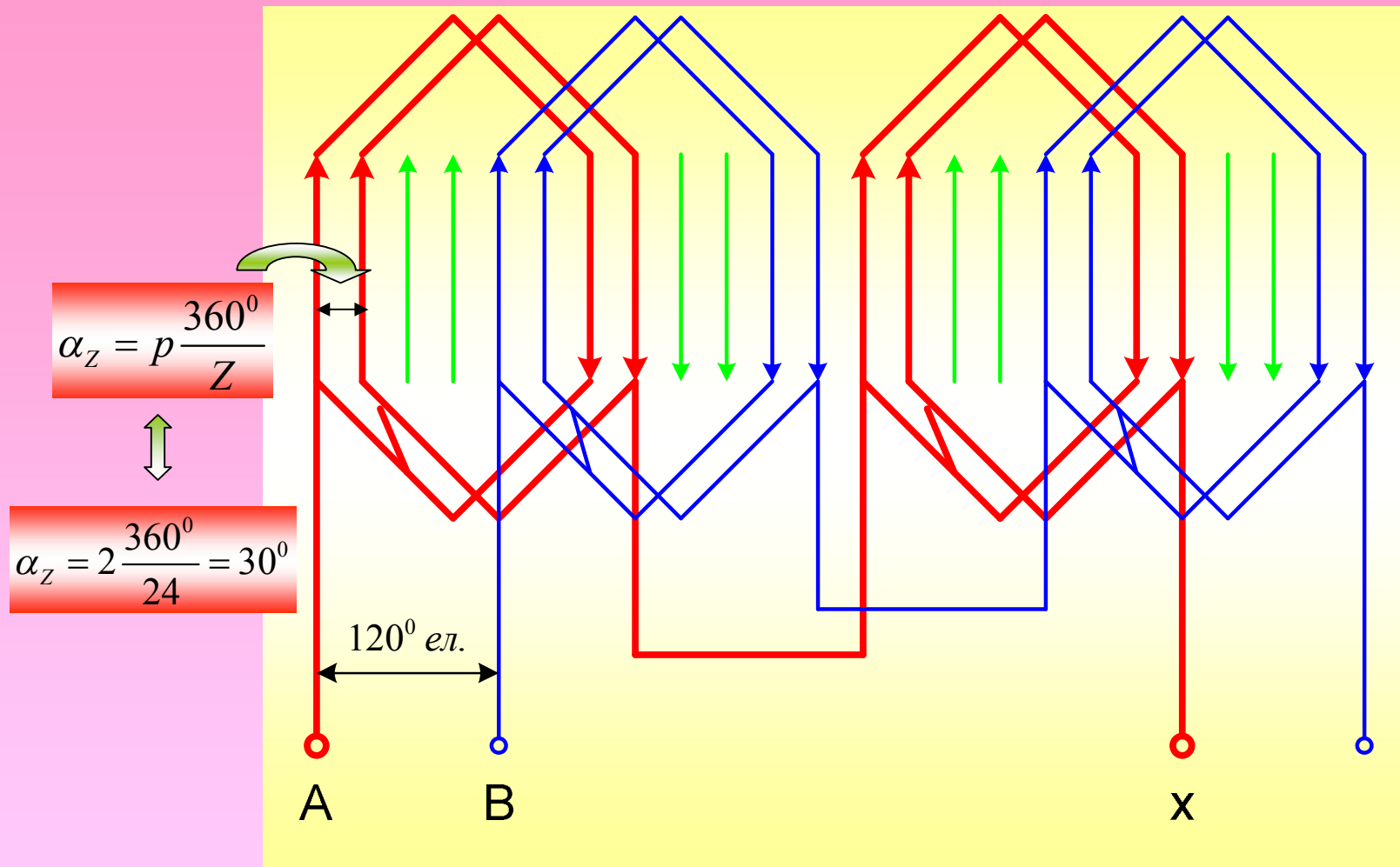


## Фазова намотка на фаза А



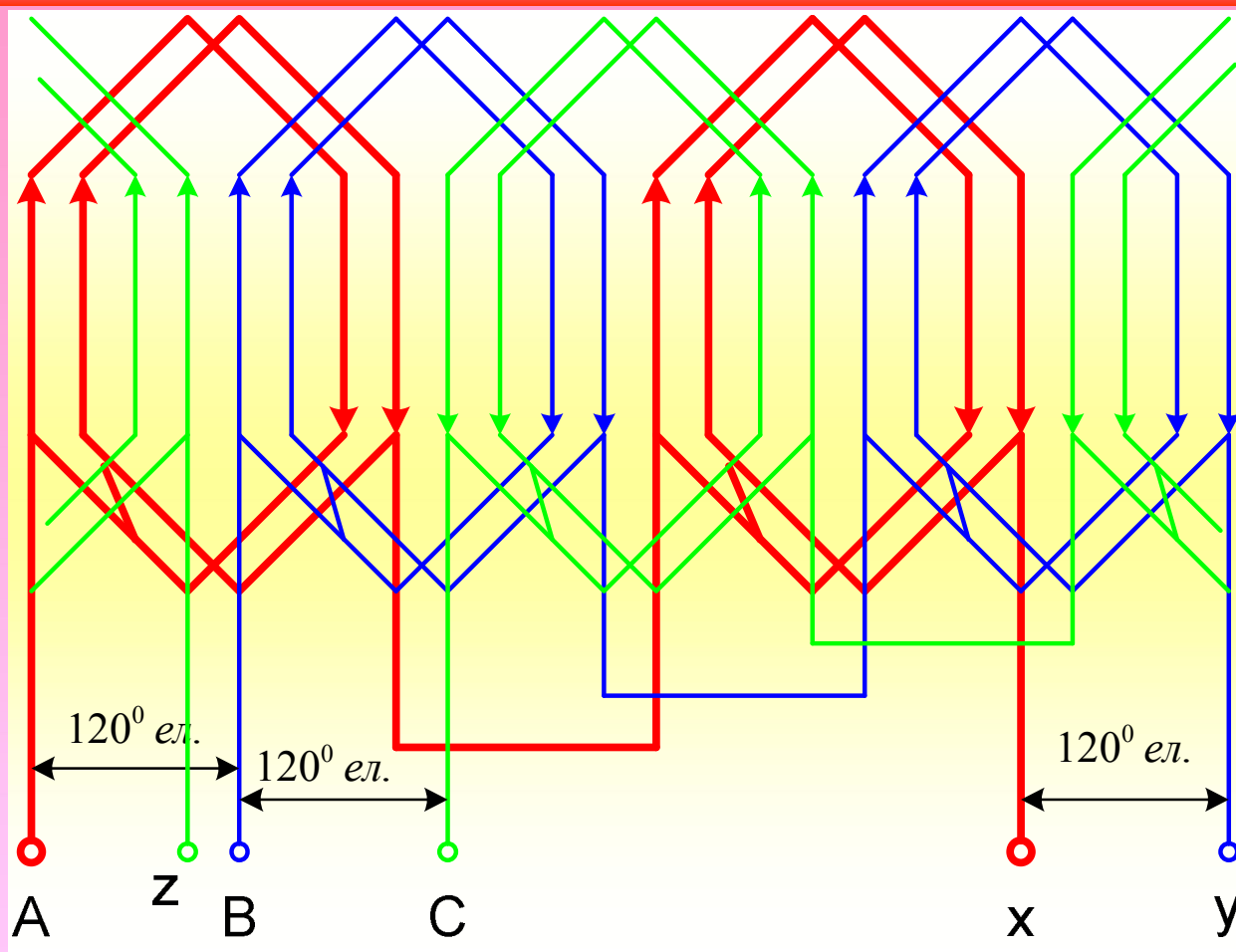
$$Z = 24, 2p = 4, m = 3, q = 2, y = 6, N_{\phi} = 2$$

## Фазови намотки на фази A и B



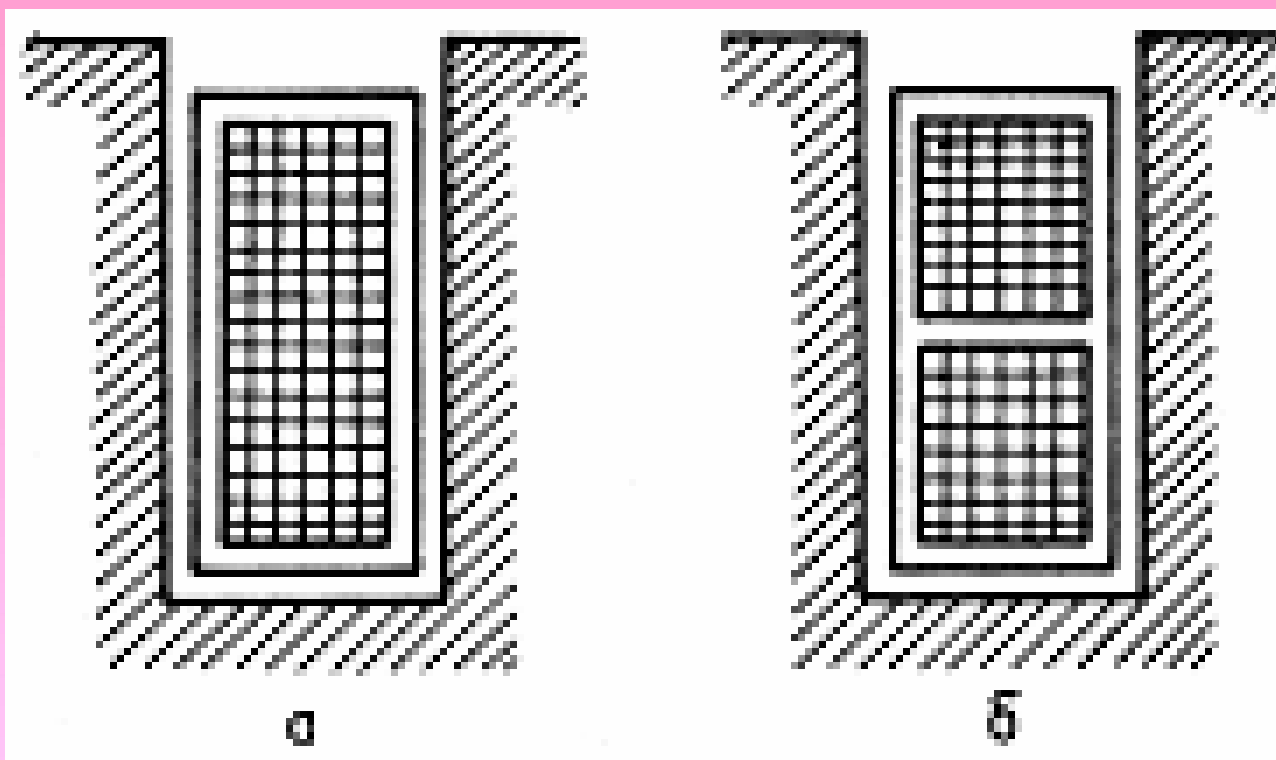
$$Z = 24, 2p = 4, m = 3, q = 2, y = 6, N_\phi = 2$$

## Фазови намотки на фази А, В и С

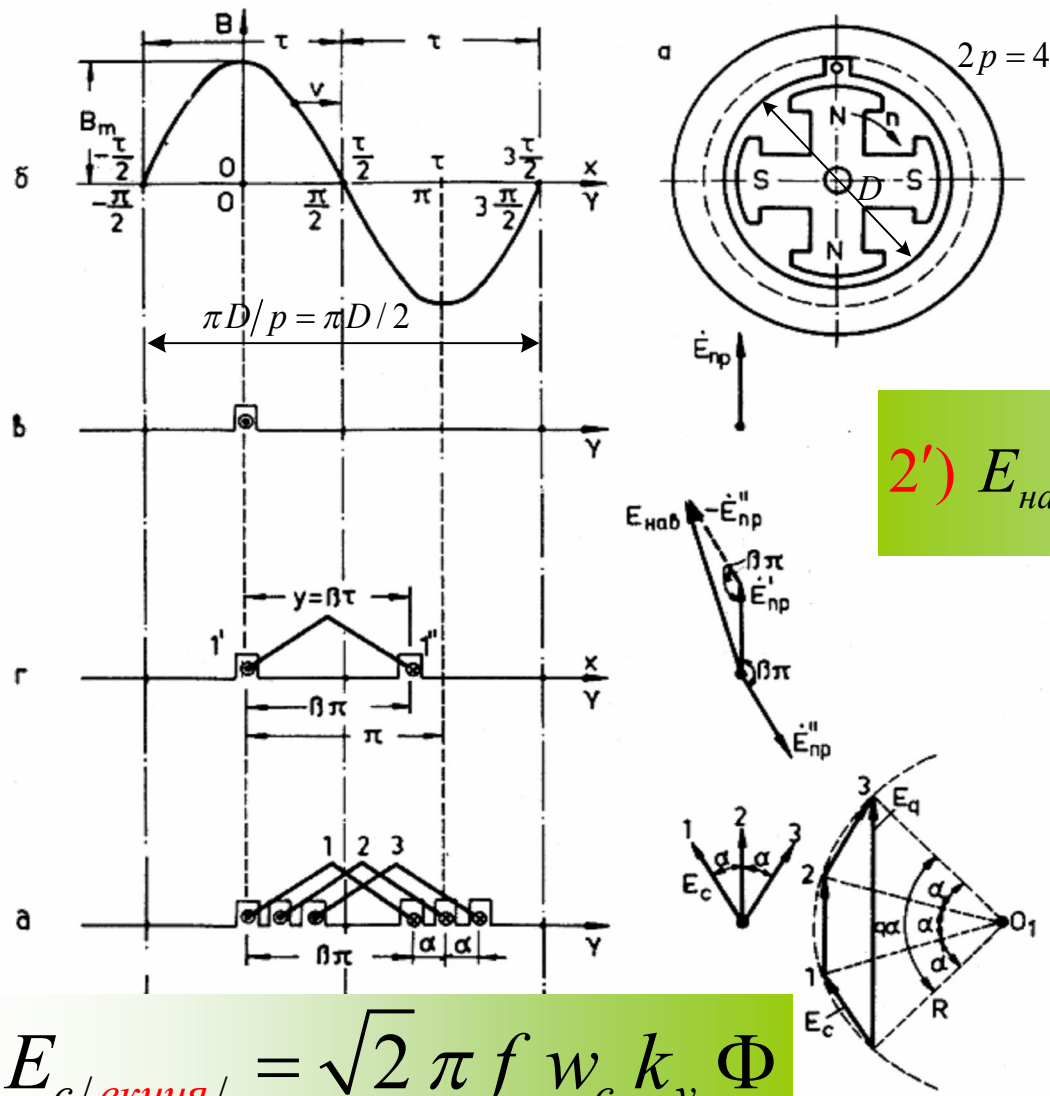


$$Z = 24, 2p = 4, m = 3, q = 2, y = 6, N_{\phi} = 2$$

## *Еднослойна и двуслойна намотки*



# Електродвижещи напрежения на променливотоковите намотки - 01



$$1) E_{\text{ПР}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \pi f \Phi$$

$$\beta = \frac{y}{\tau}$$

$$k_y = \sin \beta \frac{\pi}{2} \leq 1$$

$$2) E_{\text{наб}} = 2 E_{\text{ПР}} \sin \beta \frac{\pi}{2} = 2 E_{\text{ПР}} k_y$$

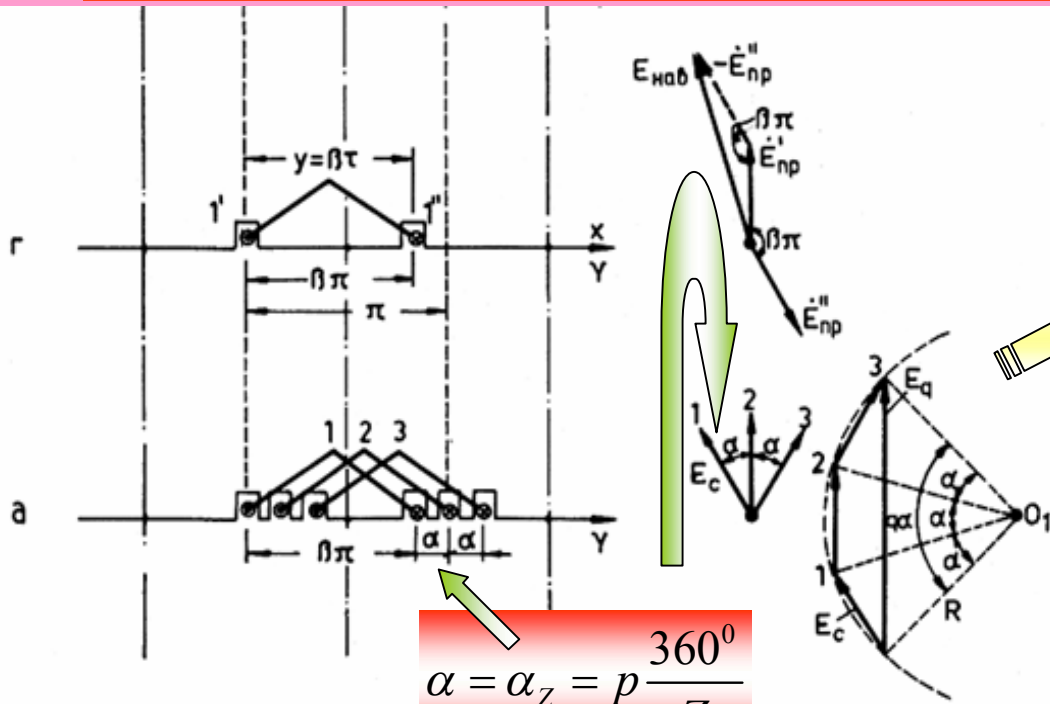
$$y = 2\tau; \beta = 2; k_y = ???$$

$$E_{\text{наб}} = ???$$

$$2) E_{\text{наб}} = \sqrt{2} \pi f k_y \Phi$$

$$3) E_{\text{с/екция}} = \sqrt{2} \pi f w_c k_y \Phi$$

# Електродвижещи напрежения на променливотоковите намотки - 02



4) Електродвижещо напрежение на ГРУПА секции /q секции/

$$4') \mathcal{E}_q = \sum_{i=1}^q \mathcal{E}_{ci}$$

$$qE_c < |\mathcal{E}_q|$$

$$\alpha = \alpha_z = p \frac{360^\circ}{Z}$$

$$k_q = \frac{|\mathcal{E}_q|}{qE_c} = \frac{2R \sin \frac{q\alpha}{2}}{q 2R \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{q\alpha}{2}}{q \sin \frac{\alpha}{2}} \leq 1$$

1)  $q = 1 \rightarrow k_q = ?$

2)  $\lim_{q \rightarrow \infty} k_q = ?$

# Електродвижещи напрежения на променливотоковите намотки - 03

4) Електродвижещо напрежение на ГРУПА секции

$$4) E_q = q k_q E_c = \sqrt{2} \pi f w_c q k_q k_y \Phi$$

5) Електродвижещо напрежение на фаза

$N_\Phi$  – посл. свързани секц. групи

$$w = w_c q N_\Phi$$

$$5) E = \sqrt{2} \pi f w_c q N_\Phi k_q k_y \Phi = \sqrt{2} \pi f w k_w \Phi$$

$$k_w = k_q k_y$$

$$k_w = k_q k_y \leq 1$$

$$5') E = \sqrt{2} \pi f w_{ef} \Phi$$

$$w_{ef} = w k_w < w$$

$$w = \frac{E \approx U}{\sqrt{2} \pi f (k_w < 1) \Phi} > \frac{E \approx U}{\sqrt{2} \pi f w (k_w = 1) \Phi}$$

**Висши хармоници на е.д.н. и влиянието на скъсяването и разпределението на намотката върху тях.**

$$2\tau_v = \frac{2\tau}{v}$$

$$p_v = v p$$

$$f_v = p_v n = v p n = v f$$

$$B_{mv} \equiv \frac{B_m}{v}$$

$$E_v = \sqrt{2} \pi f_v w k_{wv} \Phi_v$$

$$k_{yv} = \sin v\beta \frac{\pi}{2}$$

$$k_{qv} = \frac{\sin \frac{vq\alpha}{2}}{q \sin \frac{v\alpha}{2}}$$

$$k_{wv} = k_{yv} k_{qv}$$

$$E_v = 0 \Leftrightarrow k_{yv} = \sin v\beta \frac{\pi}{2} = 0 \rightarrow v\beta \frac{\pi}{2} = k\pi, \quad k = 1, 2, 3, \dots, \rightarrow \beta = \frac{2k}{v}$$

k =	1	2	3	4
<b>За v = 5</b>	0.40000	0.80000	1.20000	1.60000
<b>За v = 7</b>	0.28571	0.57143	0.85714	1.14286

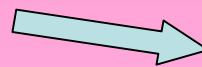


## Зъбни хармоници

$$v_Z = 2mqk \pm 1 = k \frac{Z}{p} \pm 1, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$



$$k_{yvZ} = \pm k_{y1}$$



$$k_{qvZ} = \pm k_{q1}$$

$$/m = 3/ \quad q = 1$$



$$v_Z = 5, 7, 11, 13, \dots$$

$$k_y = k_{y5} = k_{y7} = k_{y11} \dots \dots \dots = k_{yvZ}$$

$$/m = 3/ \quad q = 2$$



$$v_Z = 11, 13, 23, 25, \dots$$

$$/m = 3/ \quad q = 3$$



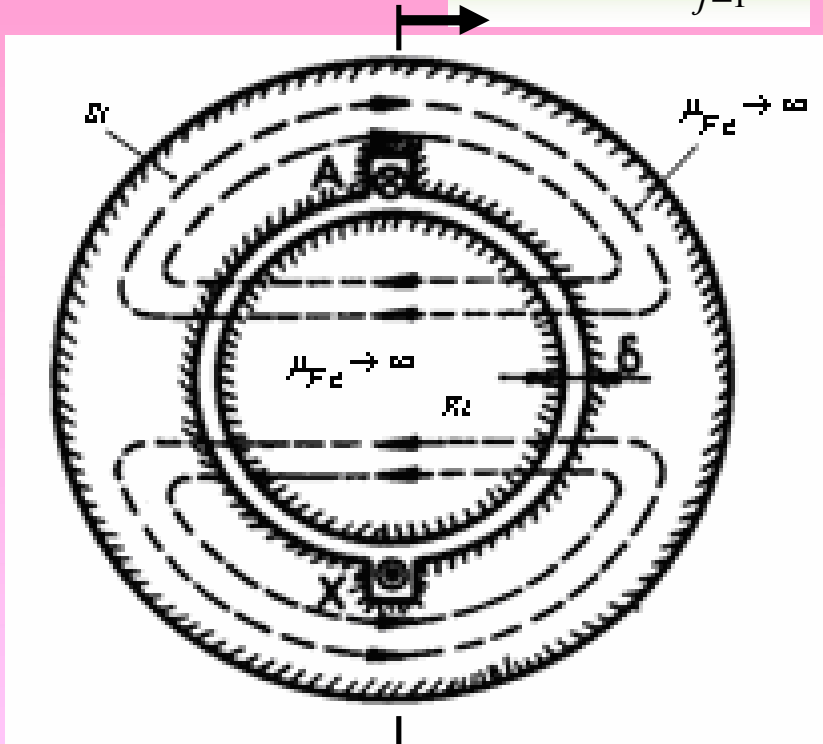
$$v_Z = 17, 19, 35, 37, \dots$$

$$B_{mv} \downarrow \equiv \frac{B_m}{v} \uparrow$$

# М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка - 01

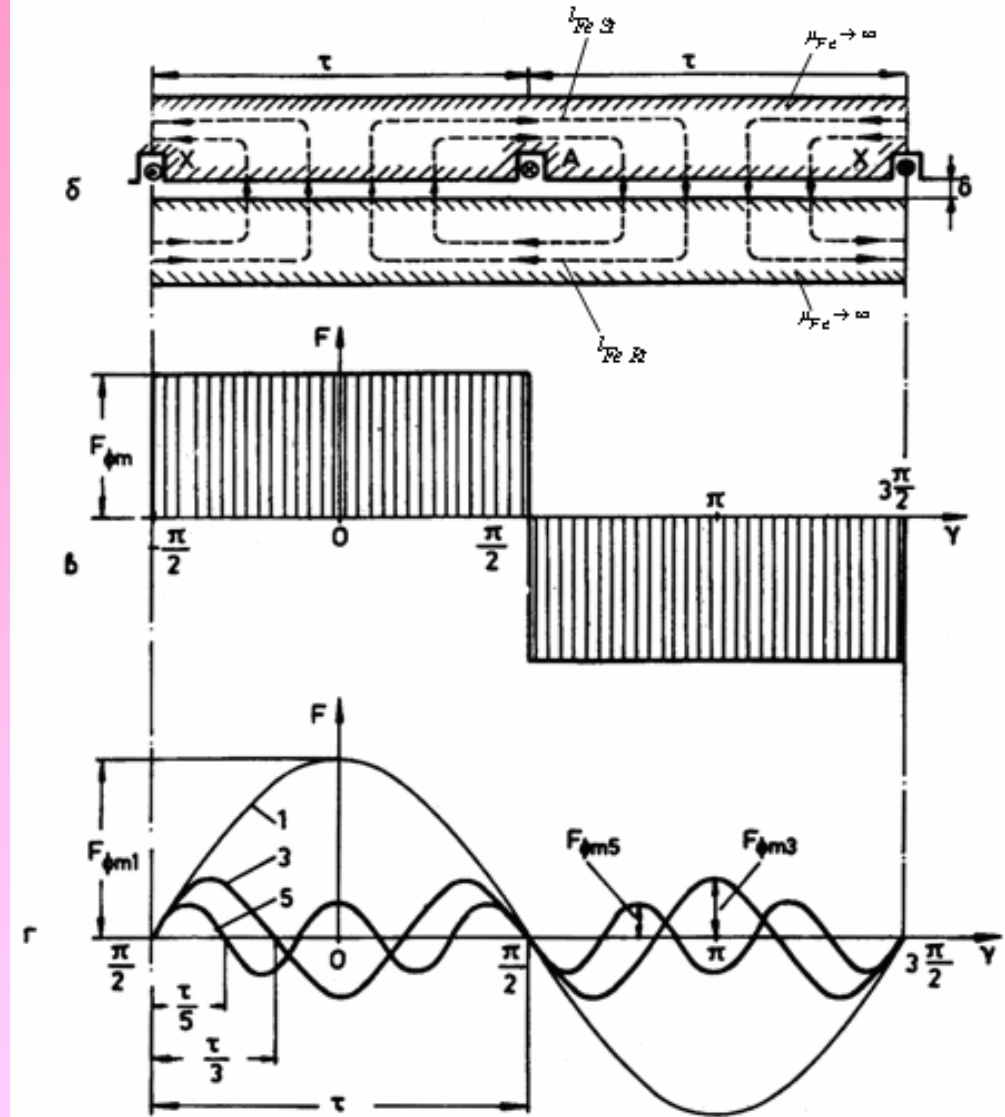
$$i = \sqrt{2} I \cos \omega t$$

$$\oint \vec{H} dl = \sum_{j=1}^w i_j$$



$$l_k = l_{FeSt} + \delta + l_{FeRt} + \delta$$

$$\sum_{j=1}^w i_j = iw$$



## М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка - 02

$$\oint \vec{H} d\vec{l} \approx H_{FeSt} l_{FeSt} + H_{\delta m} \delta + H_{FeRt} l_{FeRt} + H_{\delta m} \delta = 2H_{\delta m} \delta$$

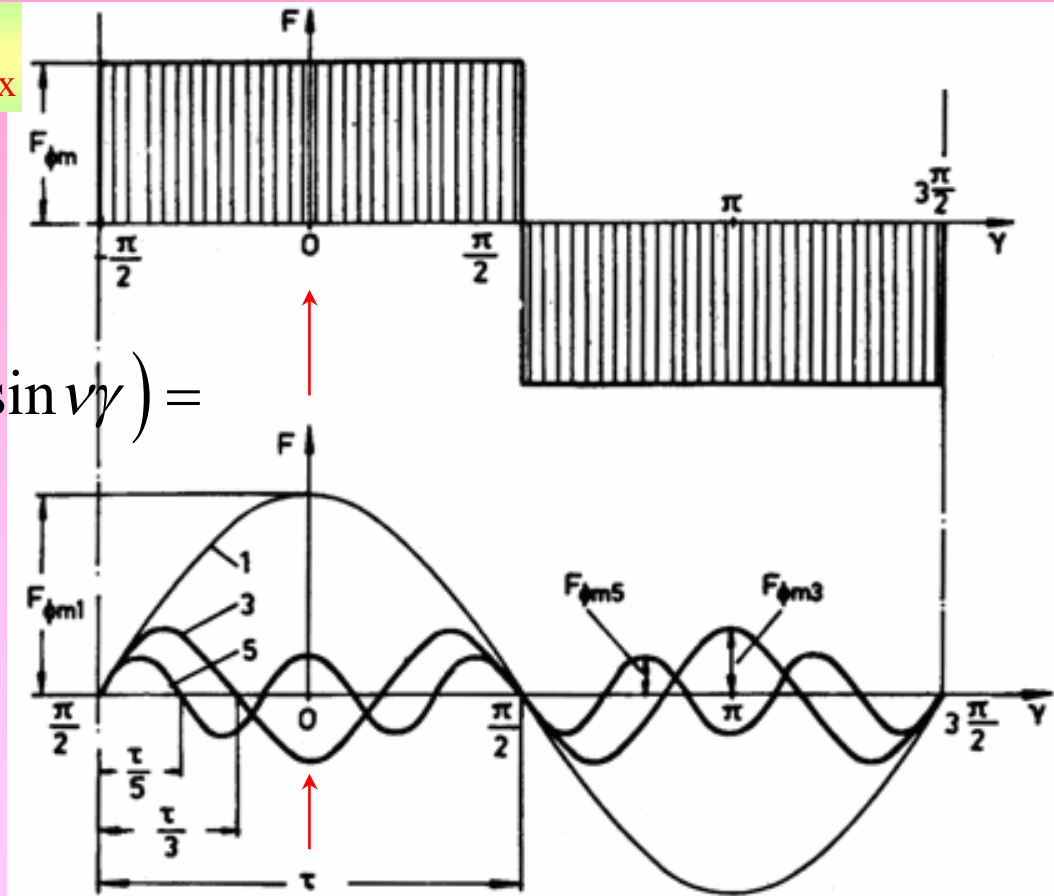
В момента, когато  $i = \sqrt{2}I = I_{\max}$

$$F_{\Phi m} = H_{\delta m} \delta = \frac{\sqrt{2} w}{2p} I$$

$$F_{\Phi m} = \frac{a_0}{2} + \sum_{v=1,3,5,\dots}^{\infty} (a_v \cos v\gamma + b_v \sin v\gamma) =$$

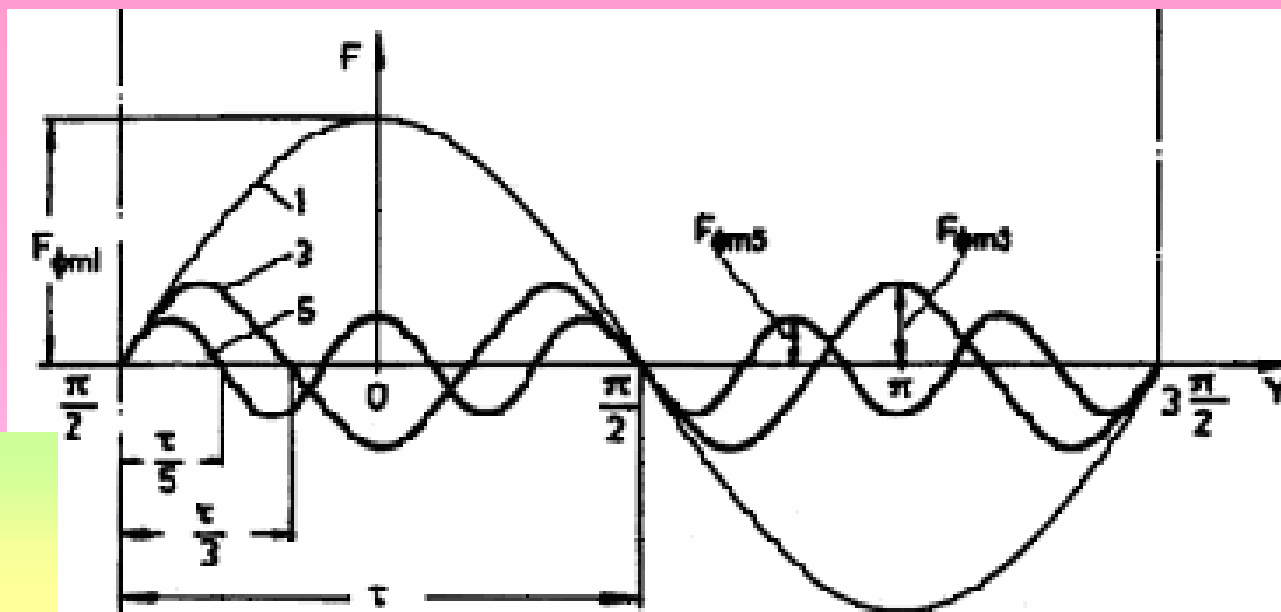
$$= \sum_{v=1,3,5,\dots}^{\infty} F_{\Phi m v} \cos v\gamma$$

$$a_0 = 0; F_{\Phi m v} = a_v; b_v = 0$$



# М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка – 03 - амплитуди на хармониците на м.д.н. -

$$F_{\Phi m} = \frac{\sqrt{2} w}{2p} I$$



$$a_v = F_{\Phi mv} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F_{\Phi m} \cos v\gamma d\gamma$$

$$\tau_v = \frac{\tau}{v}$$

$$F_{\Phi mv} = 2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{w k_{wv}}{v p} I \sin v \frac{\pi}{2} = \pm 2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{w k_{wv}}{v p} I$$

$$F_{\Phi m1} = 2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{w k_w}{p} I$$

## М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка – 04 -характеристики на хармониците на м.д.н.-

$$F_{\Phi m} = \sum_{\nu=1,3,5..}^{\infty} F_{\Phi m \nu} \cos \nu \gamma$$

1/ Хармониците на м.д.н. зависят от пространствената координата  $\gamma$ , поради което се наричат още пространствени хармоници. Пространственият им период  $2\tau_p e \nu$  - пъти по-малък от пространствения период на основния хармоник.

2/ Амплитудата на хармониците се намалява с увеличаване на поредния им номер  $\nu$ .

$$F_{\Phi m \nu} = \pm 2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{w k_{w\nu}}{\nu p} I = \frac{F_{\Phi m 1} k_{w\nu}}{\nu k_{w1}}$$

ция № 05/ М.Михов

## М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка – 05 -характеристики на хармониците на м.д.н.-

$$F_{\Phi_{mv}} =$$
$$= \pm 2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{w k_{wv}}{v p} I$$

$$k_{wv} = k_{yv} k_{qv}$$

$$i = \sqrt{2} I \cos \omega t$$

3/ Пространствените хармоници на м.д.н. зависят от конструкционните пространствени параметри на намотката – разпределението  $k_{qv}$  и скъсяването на стъпката  $k_{yv}$ .

4/ Пространствените хармоници на м.д.н. зависят от времето, тъй-като магнитното поле се създава от променлив ток. Всички пространствени хармоници, обаче, пулсират във времето с еднаква честота  $f = \frac{\omega}{2\pi}$  !

**М.д.н. на еднофазна концентрирана намотка – 06  
- уравнение на пулсираща вълна -**

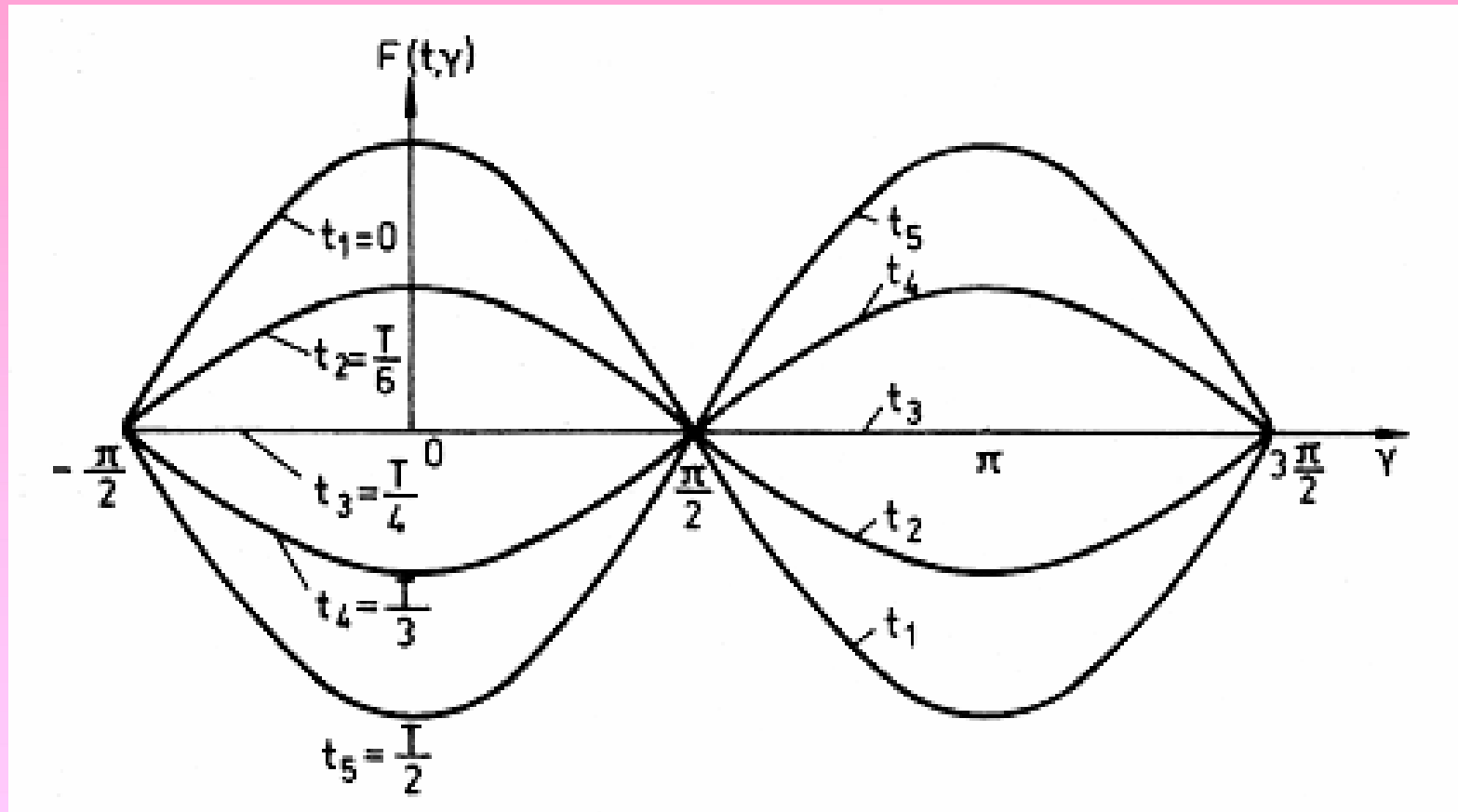
$$F_{\Phi\nu}(t, \gamma) = F_{\Phi m\nu} \cos \omega t \cos \underline{\underline{\nu\gamma}}$$

*Забележка: Обърнете внимание, че множителят  $\nu$  участва само при пространствената координата, тъй-като честота на пулсиране във времето на всички хармоници е еднаква!*

**ЕДНОФАЗНА НАМОТКА ЗАХРАНЕНА С  
ПРОМЕНЛИВ ТОК СЪЗДАВА ПУЛСИРАЩО  
МАГНИТНО ПОЛЕ!**

**Въртящи се вълни на м.д.н.  
- пулсираща вълна на първия хармоник -**

$$\text{за } v = 1 \Rightarrow F_{\Phi}(t, \gamma) = F_{\Phi_1}(t, \gamma) = F_{\Phi_{m1}} \cos \omega t \cos \gamma$$





## Въртящи се вълни на м.д.н.

Уравнения на право и обратно въртяща се вълна

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta)$$

$$\text{за } v = 1 \Rightarrow F_{\Phi}(t, \gamma) = F_{\Phi_1}(t, \gamma) = F_{\Phi_{m1}} \cos \omega t \cos \gamma$$

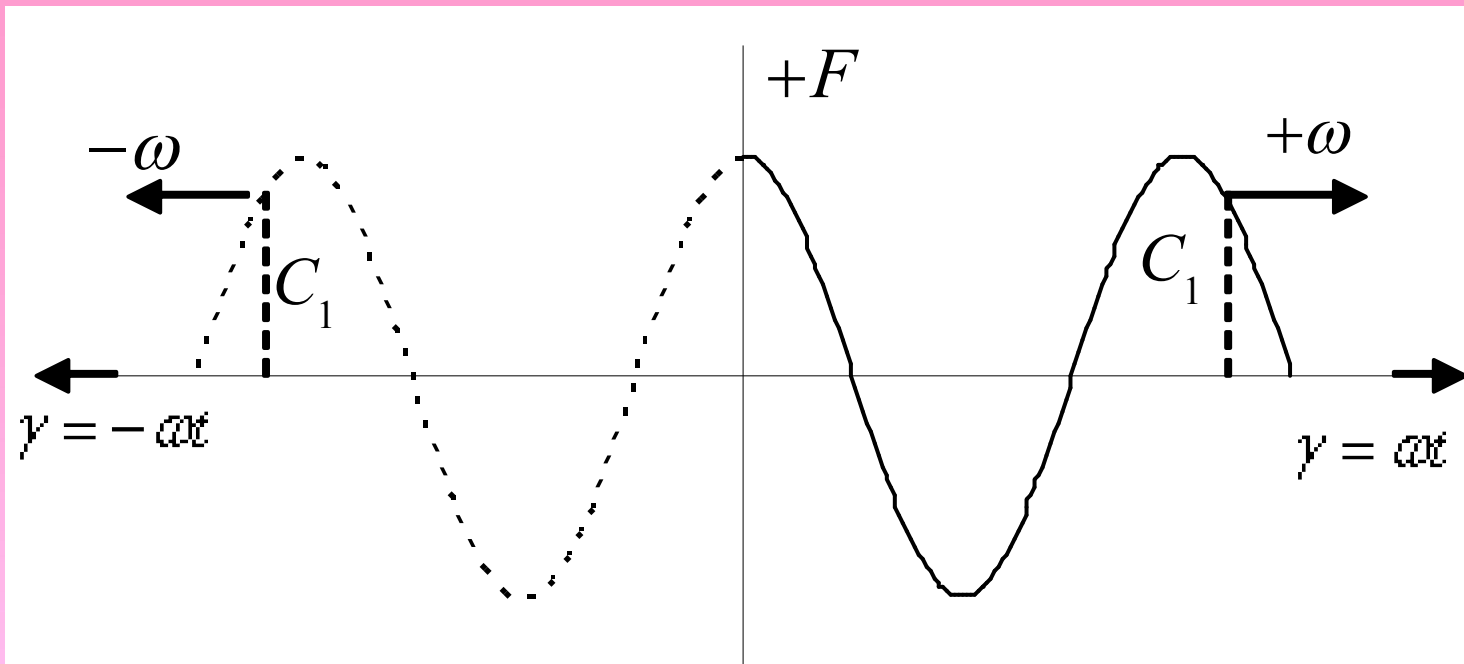
$$\begin{aligned} F_{\Phi}(t, \gamma) &= F_{\Phi_1}(t, \gamma) = F_{\Phi_{m1}} \cos \omega t \cos \gamma = \\ &= \frac{1}{2} F_{\Phi_{m1}} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi_{m1}} \cos(\omega t + \gamma) \end{aligned}$$

Право въртяща се

Обратно въртяща се

## Въртящи се вълни на м.д.н.

### Уравнения на право и обратно въртяща се вълна



$$\frac{F_{\Phi m1}}{2} \cos(\omega t + \gamma) = C_1$$

$$\omega t + \gamma = \arccos \frac{2C_1}{F_{\Phi m1}} = d_1$$

$$\gamma = -\omega t + d_1$$

$$\frac{F_{\Phi m1}}{2} \cos(\omega t - \gamma) = C_1$$

$$\omega t - \gamma = \arccos \frac{2C_1}{F_{\Phi m1}} = d_1$$

$$\gamma = +\omega t - d_1$$

## Въртящи се вълни на м.д.н. Разлагане на пулсиращото поле - 01

$$\gamma = -\omega t + d_1$$

$$\omega_{\text{OBR}} = \frac{d\gamma}{dt} = -\omega$$

$$\gamma = +\omega t - d_1$$

$$\omega_{\text{IP}} = \frac{d\gamma}{dt} = \omega$$

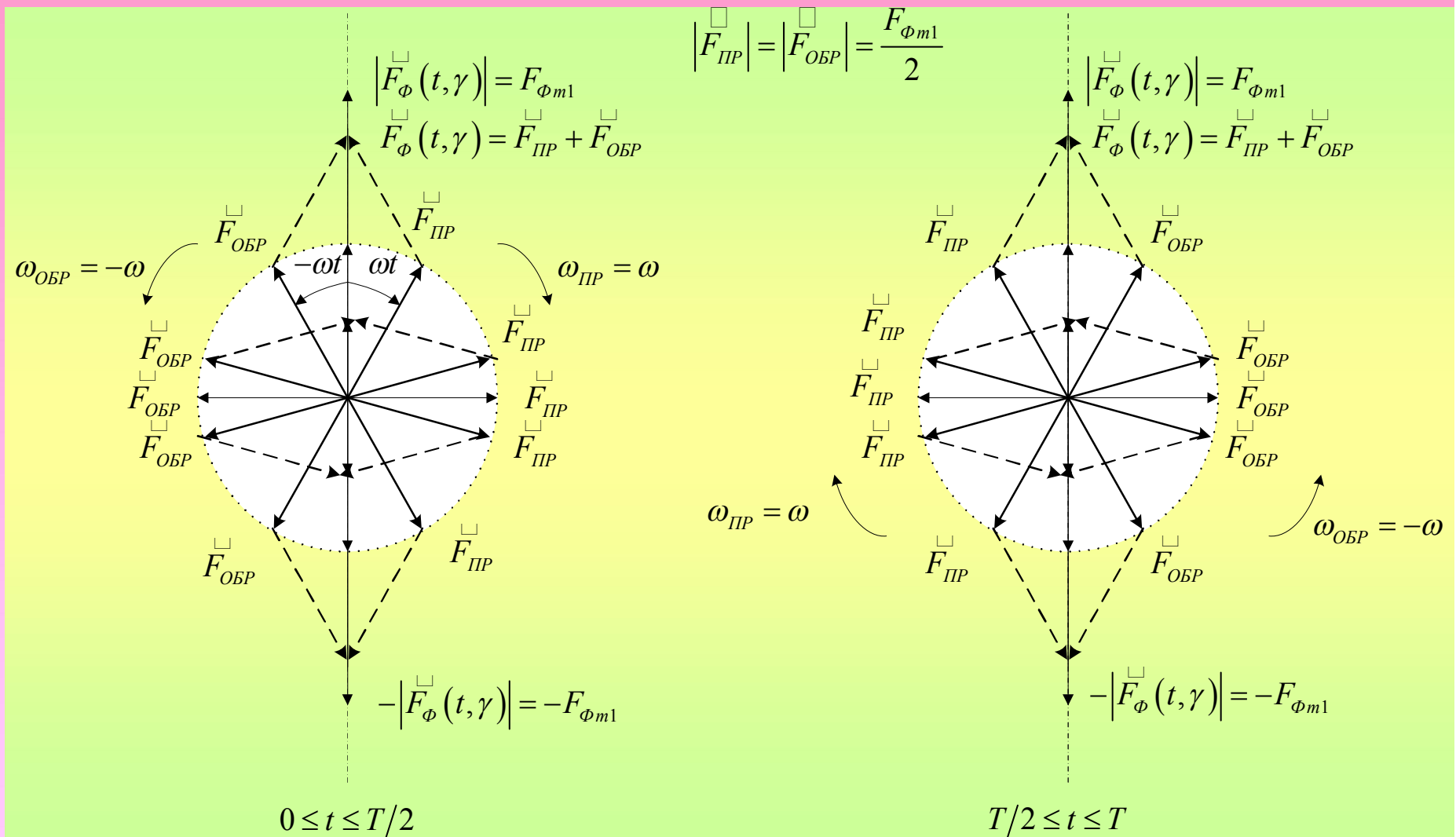
*Ако въздушната междина е с постоянен /еднакъв/ размер по цялата обиколка и магнитната среда е ненаситена, магнитната индукция ще бъде пропорционална на м.д.н. и ще се получат **кръгови ляво и дясно въртящи се магнитни полета.***

*Кръгово магнитно поле - векторът на магнитната индукция запазва постоянна големината си и се върти с постоянна скорост.*

**Въртящи се вълни на м.д.н.  
Разлагане на пулсиращото поле - 02**

*Всяко пулсиращо магнитно поле  
може да се разложи на две  
въртящи се полета, които се  
въртят с еднакви скорости в  
противоположни посоки и имат  
амплитуди, равни на половината  
на амплитудата на пулсиращото  
поле.*

# Въртящи се вълни на м.д.н. Разлагане на пулсиращото поле - 03



## Връзка между електрическа и механическа скорост на въртене - 01

$$\gamma_{ел} = p\gamma_{геом} \Rightarrow \gamma_{геом} = \frac{\gamma_{ел}}{p}$$

$$\gamma_{ел} = \omega t - d_1 / \text{например, за правото поле}$$

$$\Omega_1 = \frac{d\gamma_{геом}}{dt} = p \frac{d\gamma_{ел}}{dt} = \frac{\omega}{p}$$

където :

$\Omega_1 = 2\pi n_1$  – механическа ъглова скорост на полето

$n_1$  – брой обороти за секунда

$\omega = 2\pi f$  – електрическа ъглова скорост на полето

$$2\pi n_1 = \frac{2\pi f}{p} \Rightarrow n_1 = \frac{f}{p}$$

## Връзка между електрическа и механическа скорост на въртене - 02

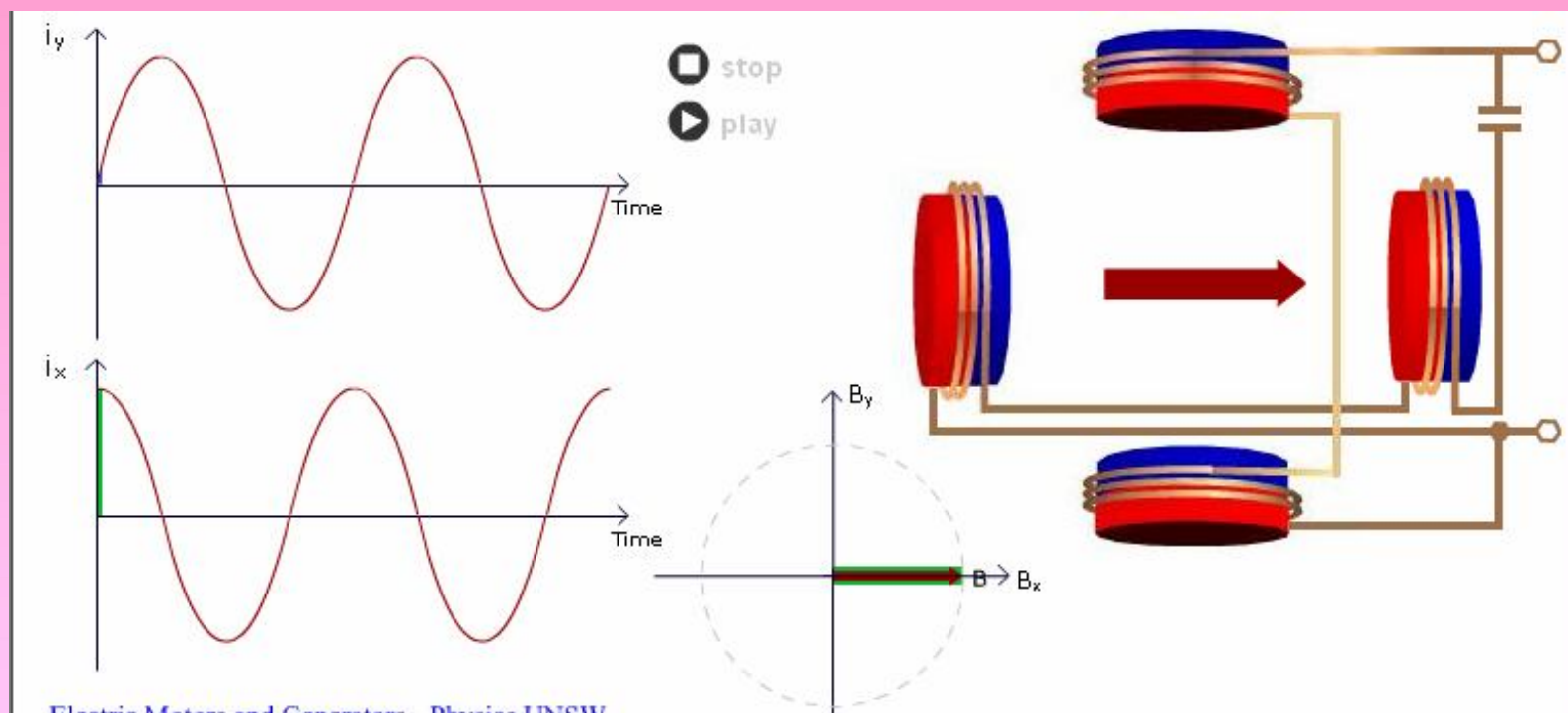
$p$	1	2	3	4	5	6	8
$n_1 / \text{min}^{-1} /$	3000	1500	1000	750	600	500	375

**Магнитодвижещо напрежение на многофазна  
*/m-фазна/*  
намотка**

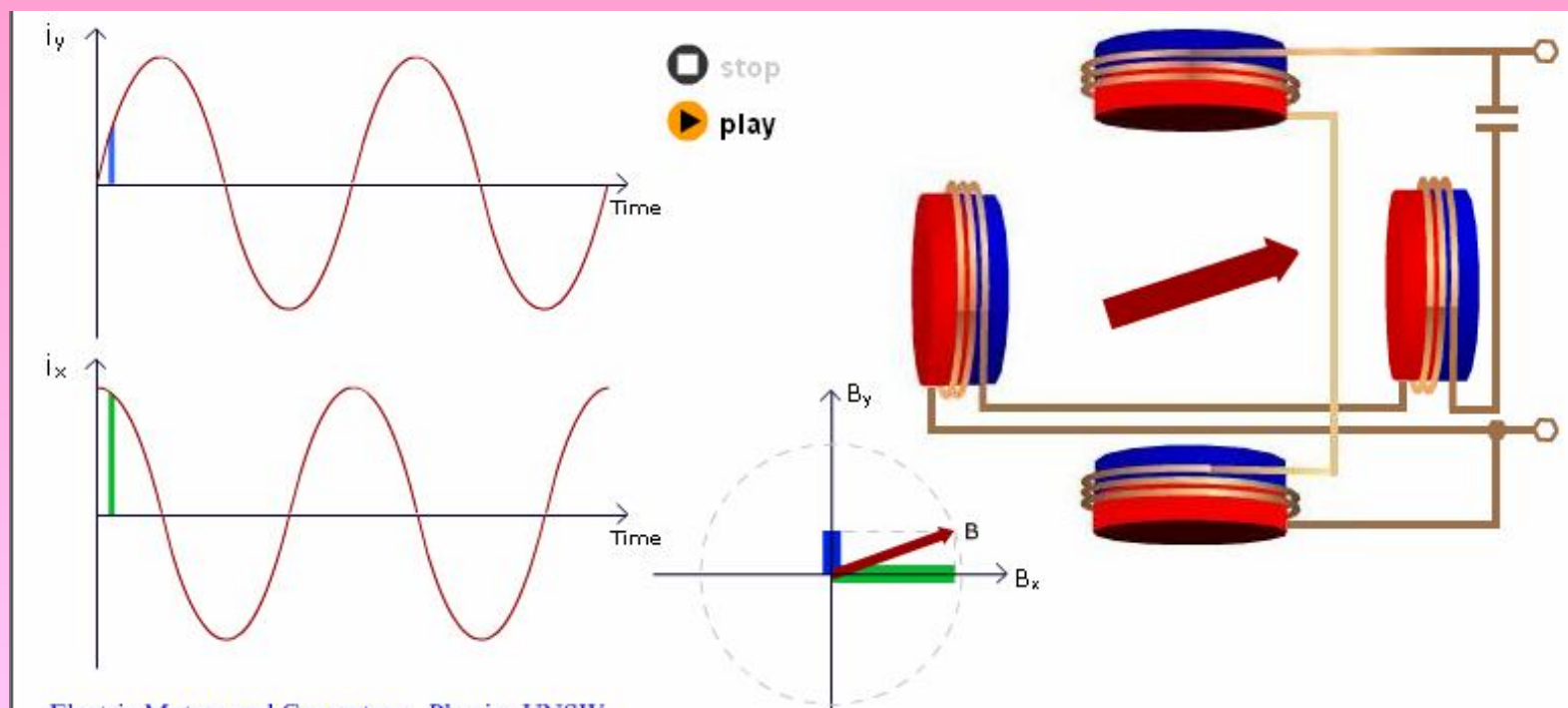
$$\begin{aligned} F(t, \gamma) &= \sum_{i=1}^m F_{\Phi_i}(t, \gamma) = \\ &= \sum_{i=1}^m \left[ F_{\Phi_i \text{ право}}(t, \gamma) + F_{\Phi_i \text{ обратно}}(t, \gamma) \right] \\ &= \sum_{i=1}^m F_{\Phi_i \text{ право}}(t, \gamma) + \sum_{i=1}^m F_{\Phi_i \text{ обратно}}(t, \gamma) \end{aligned}$$



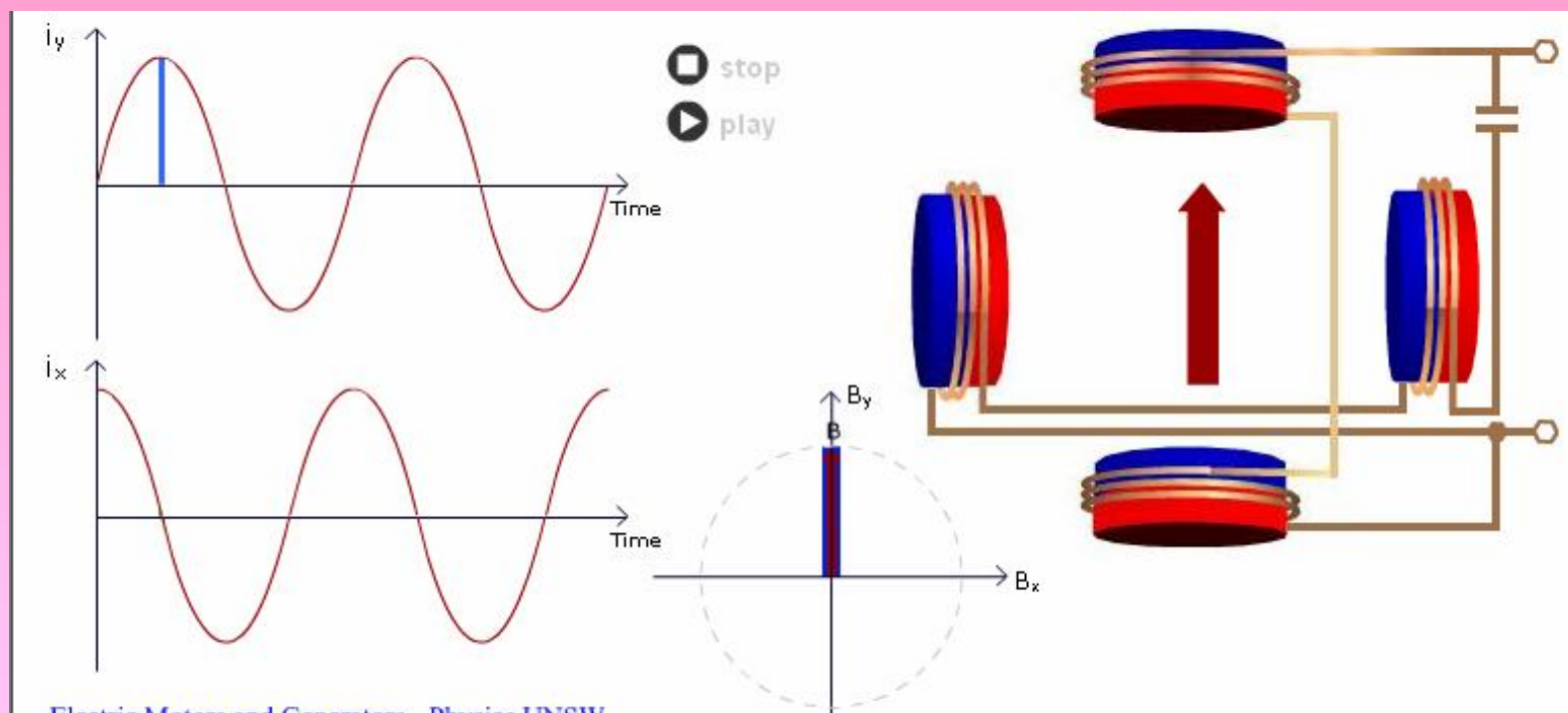
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



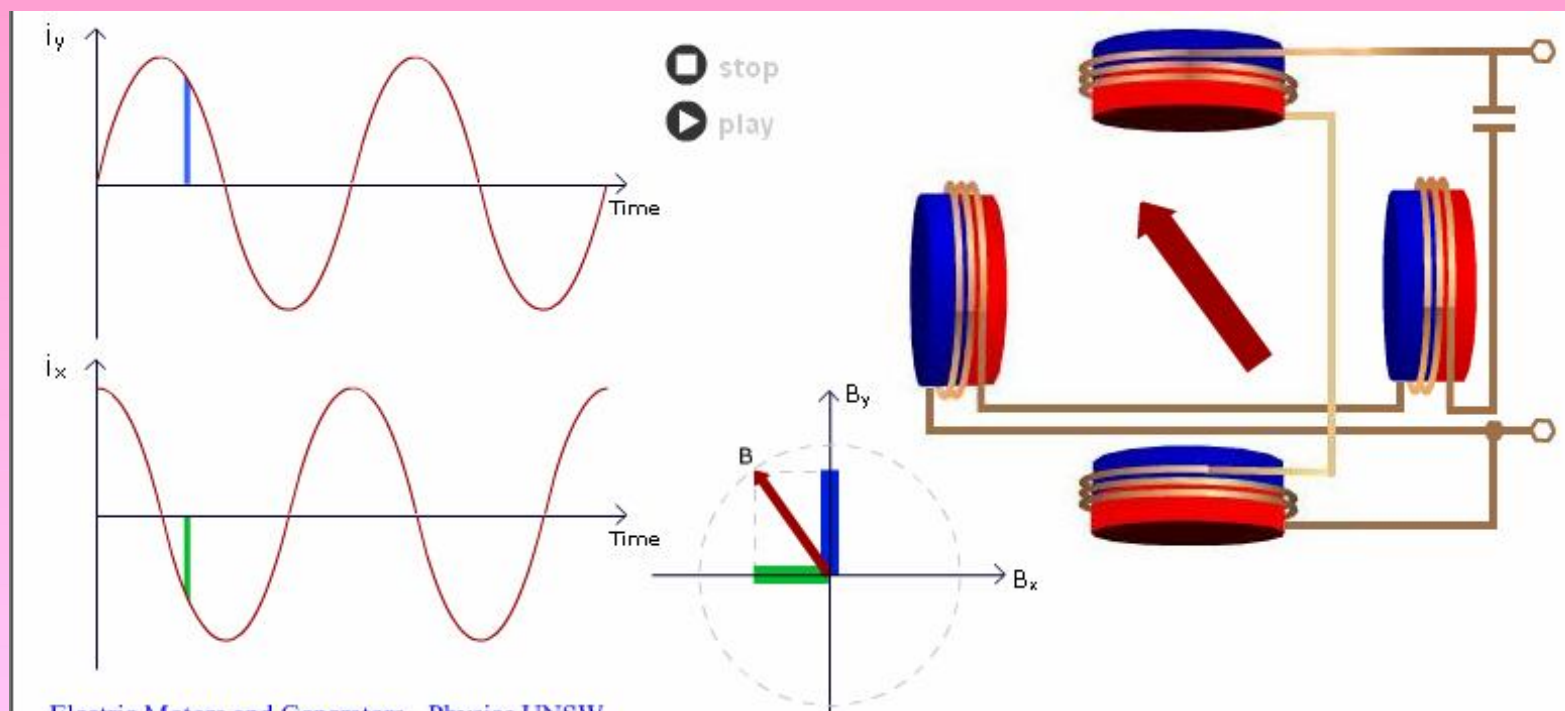
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



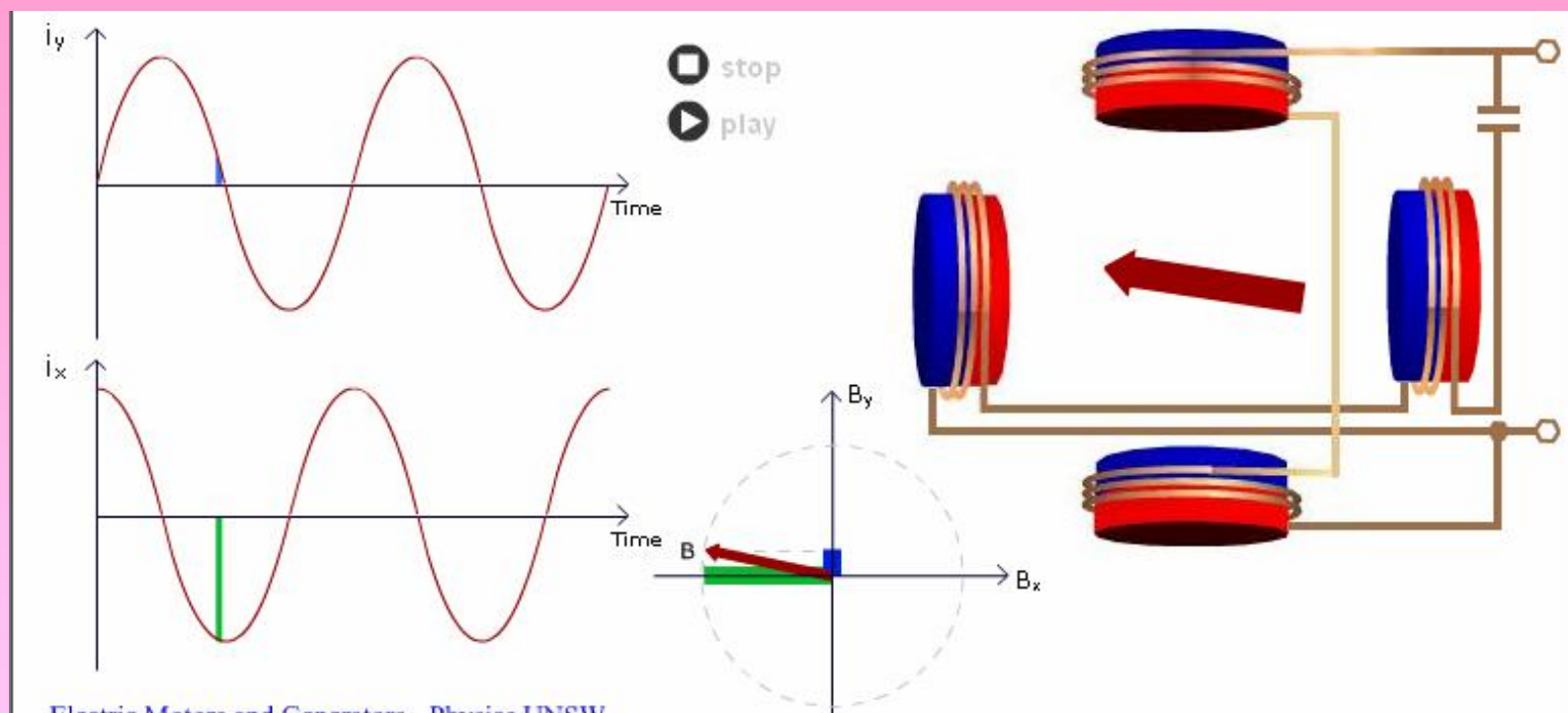
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



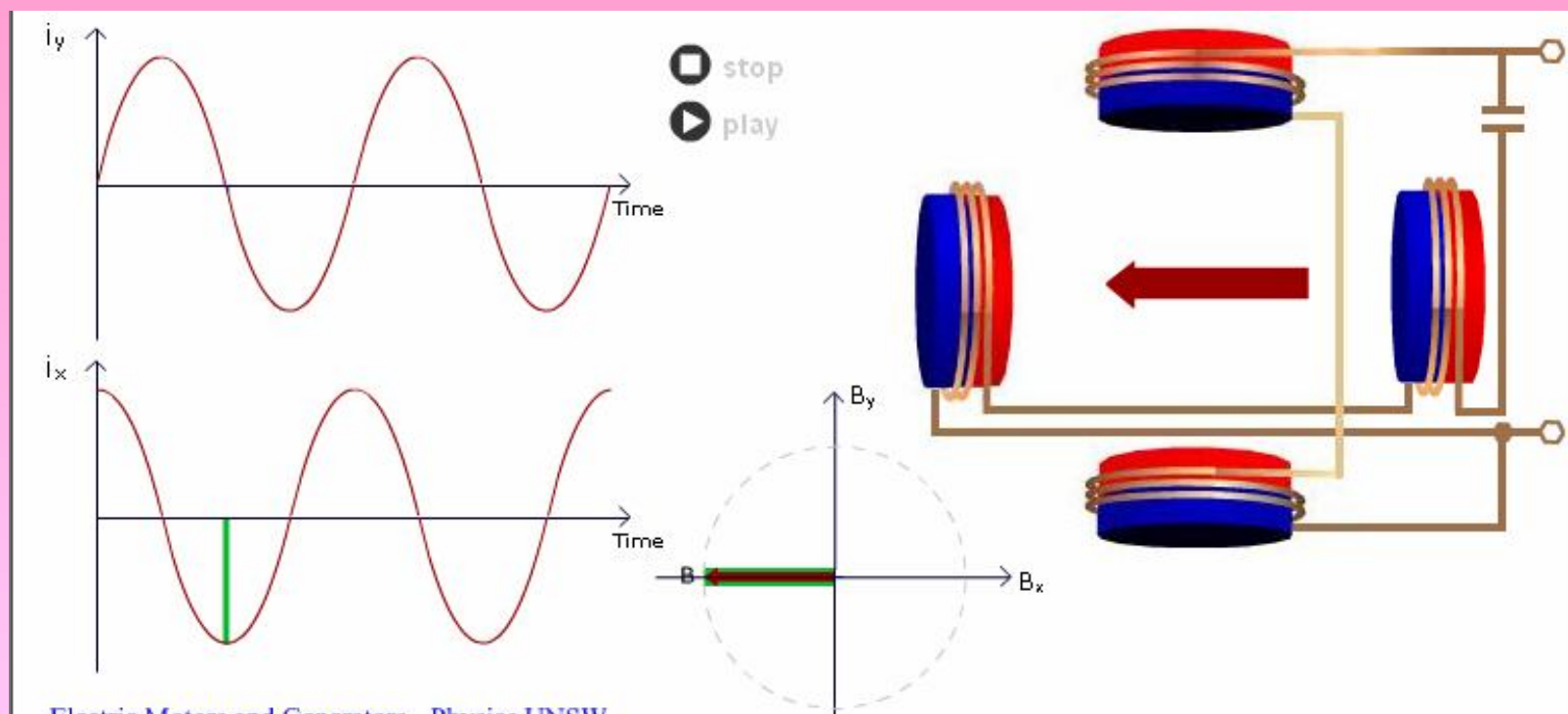
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



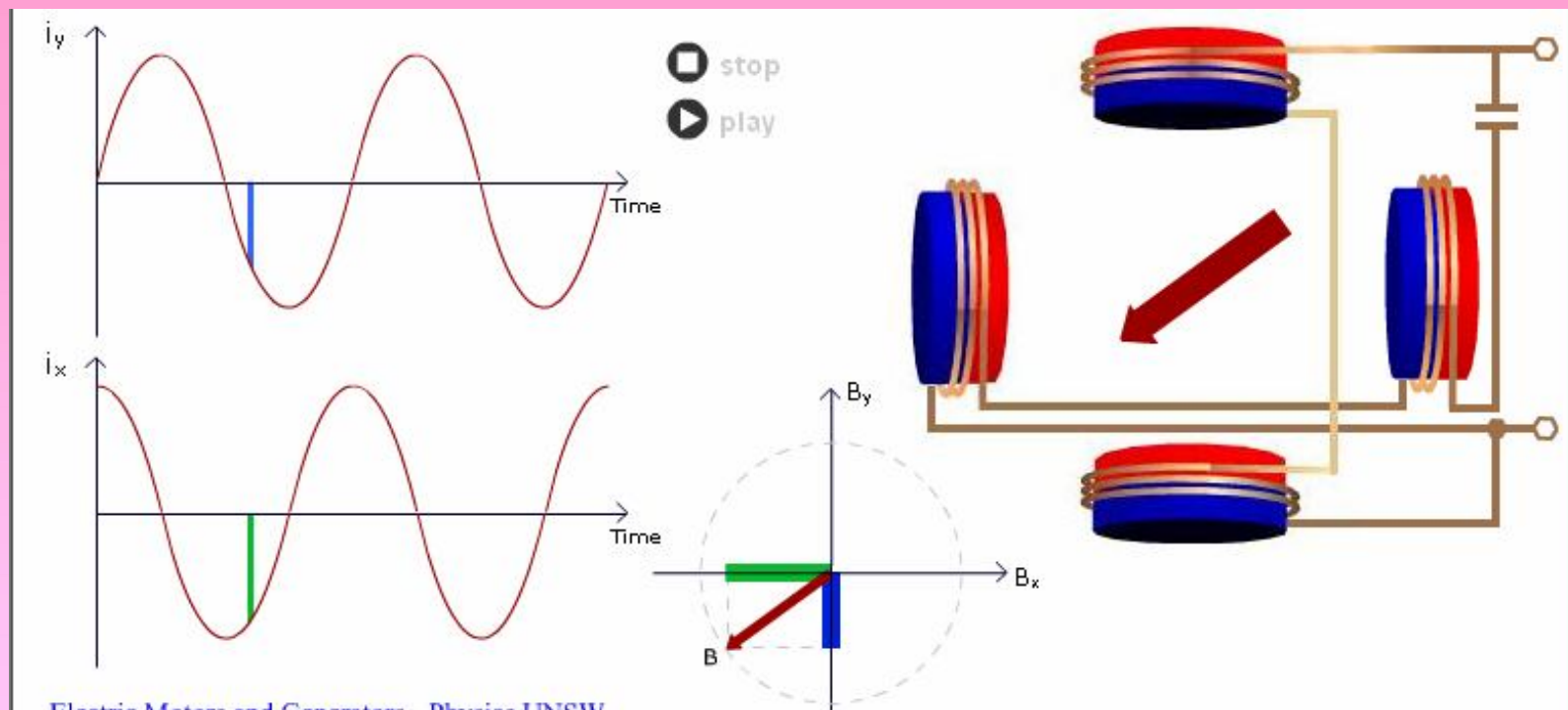
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



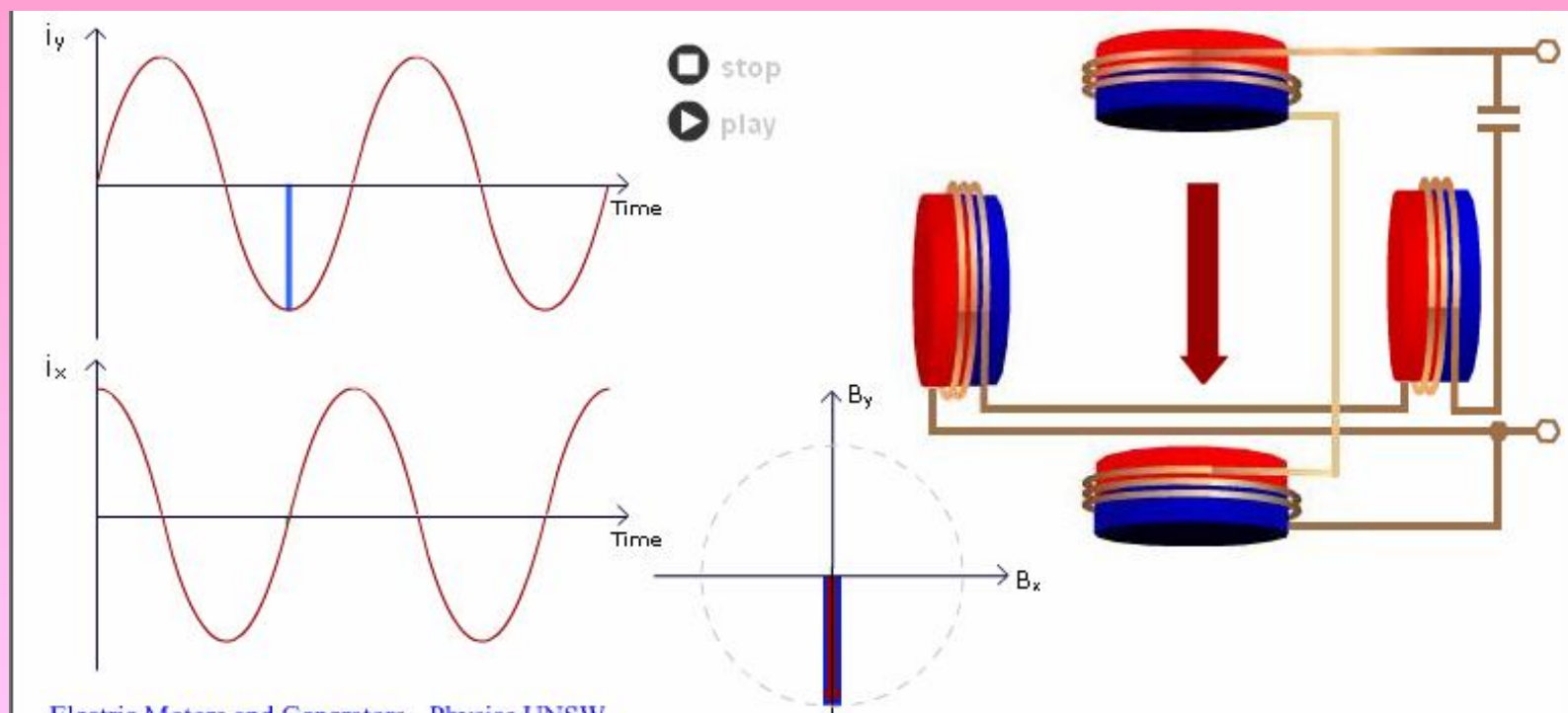
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$

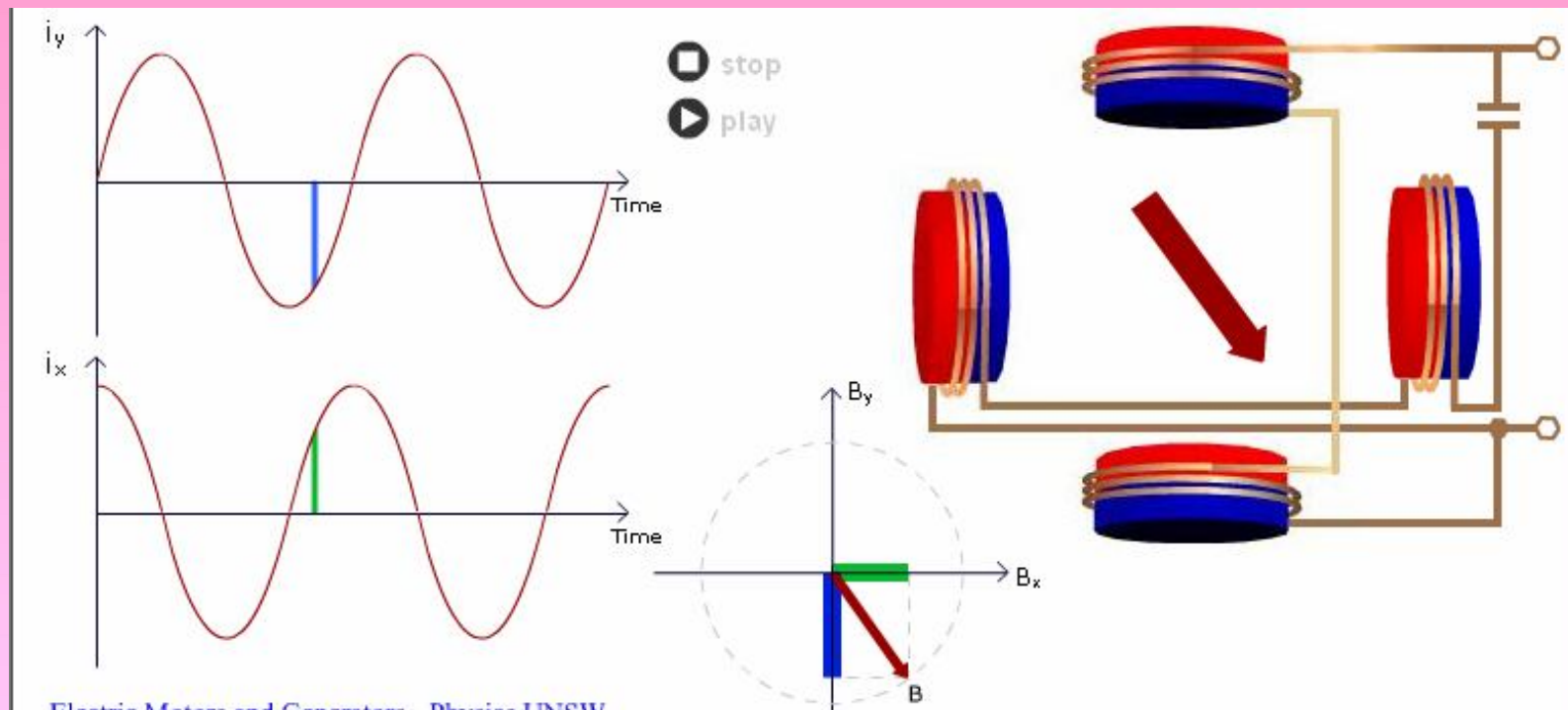


# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$

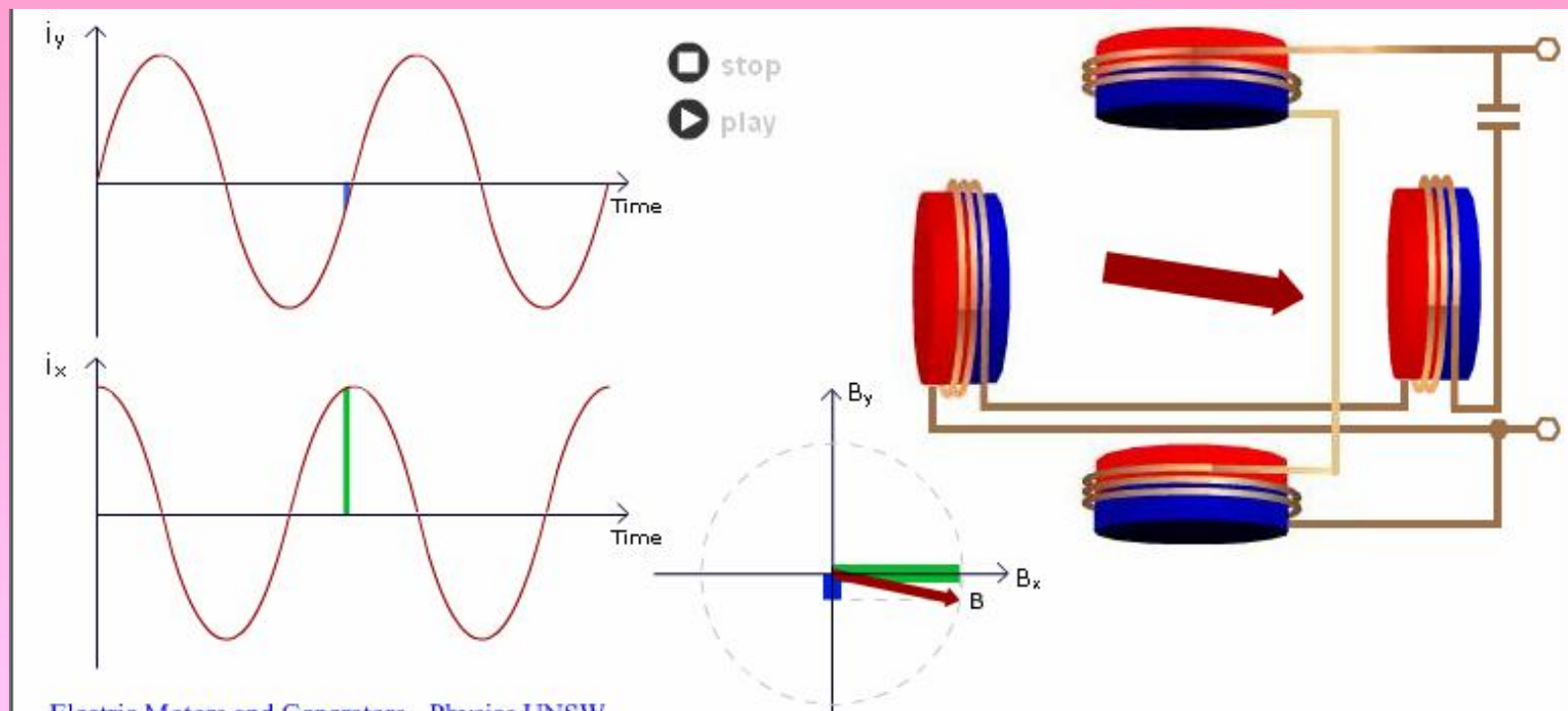




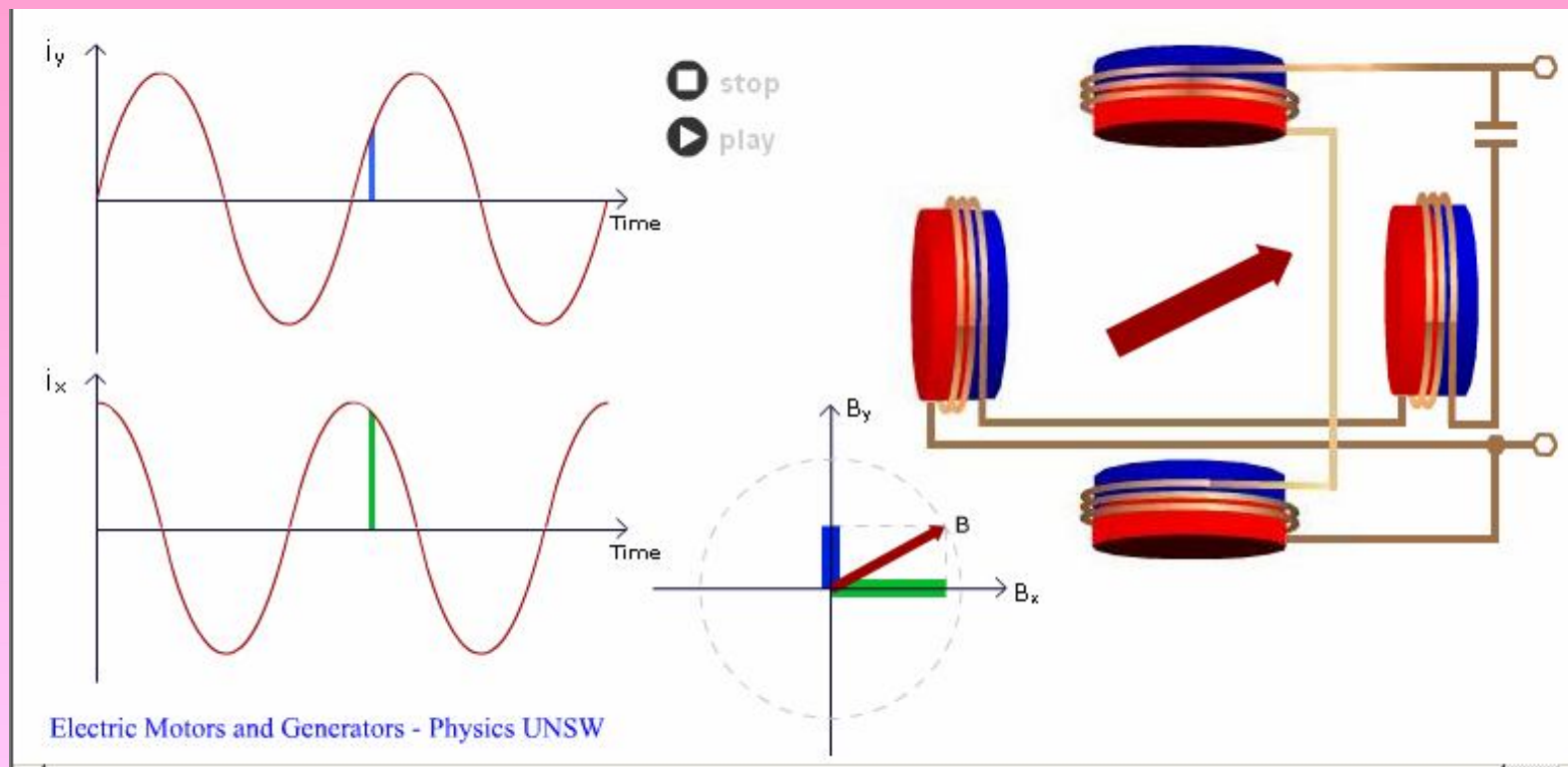
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



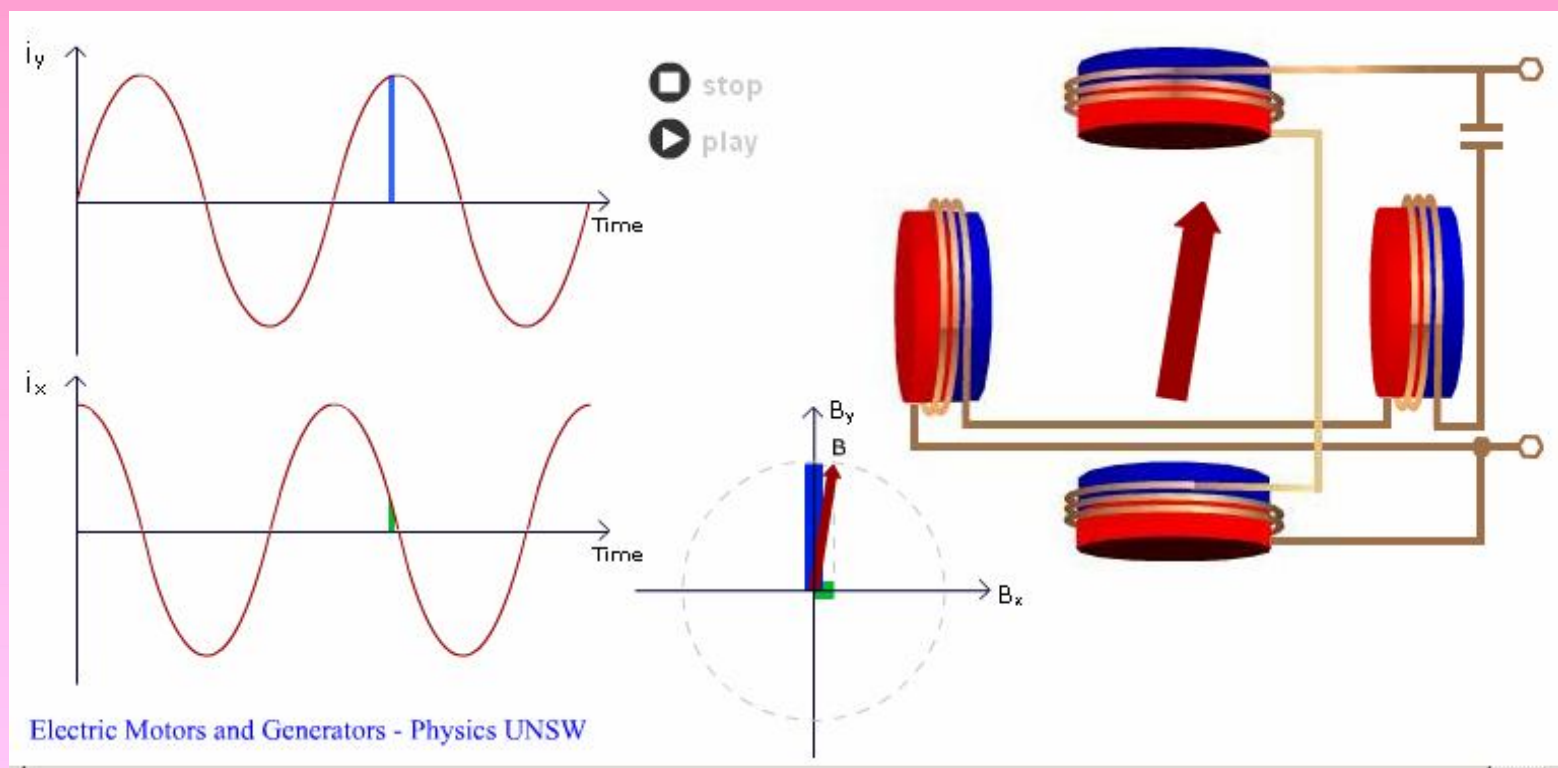
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



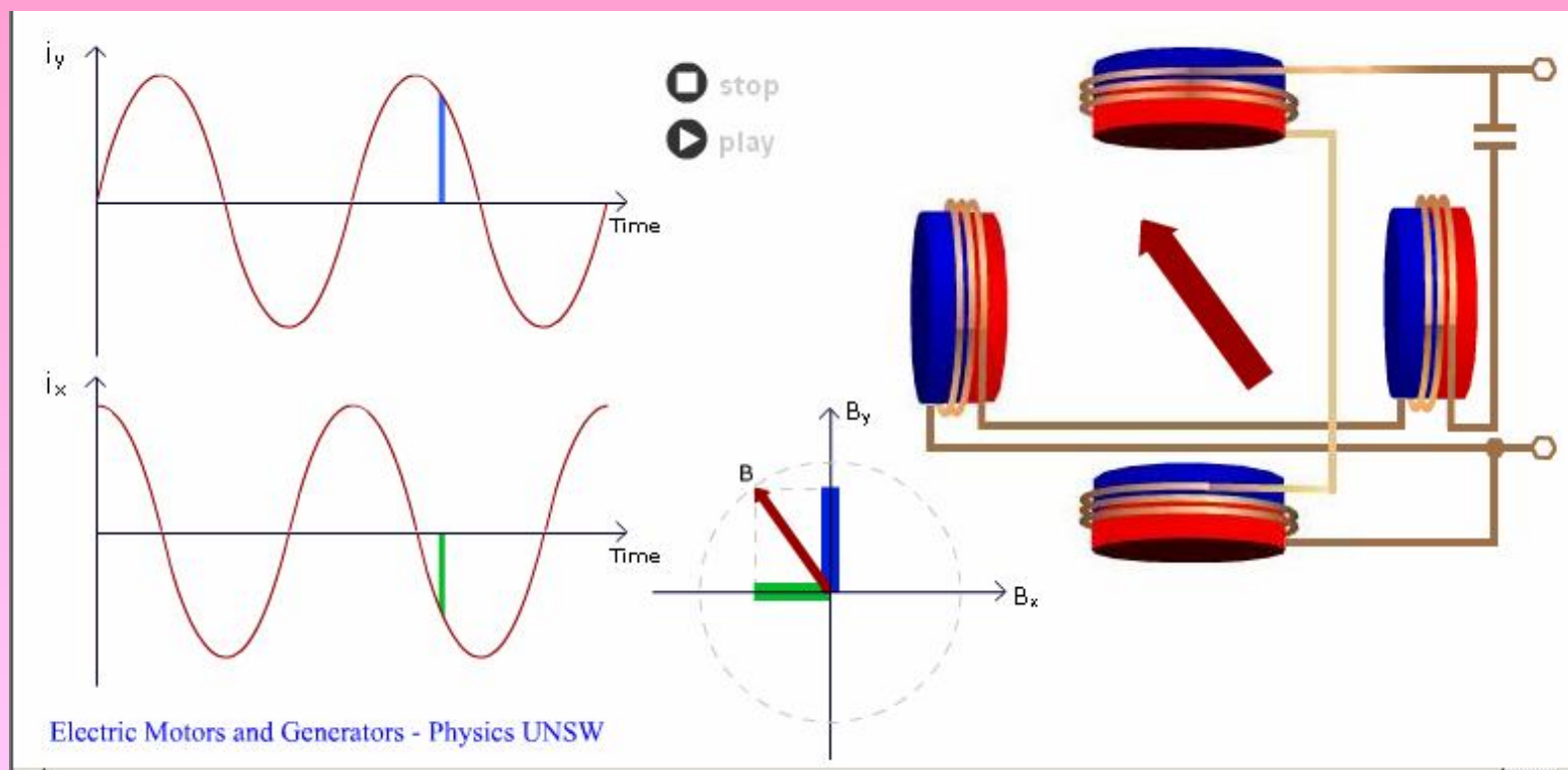
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



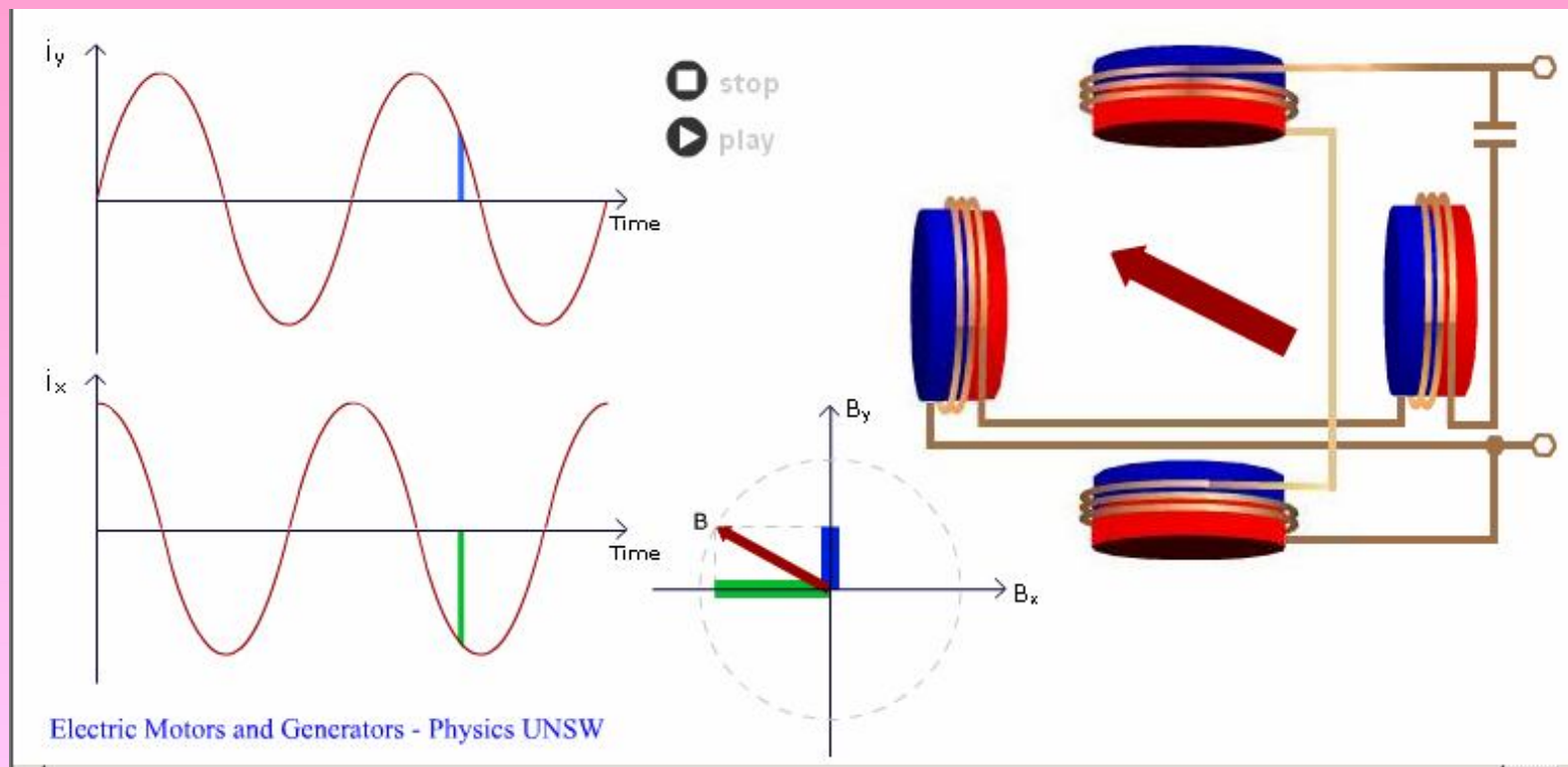
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



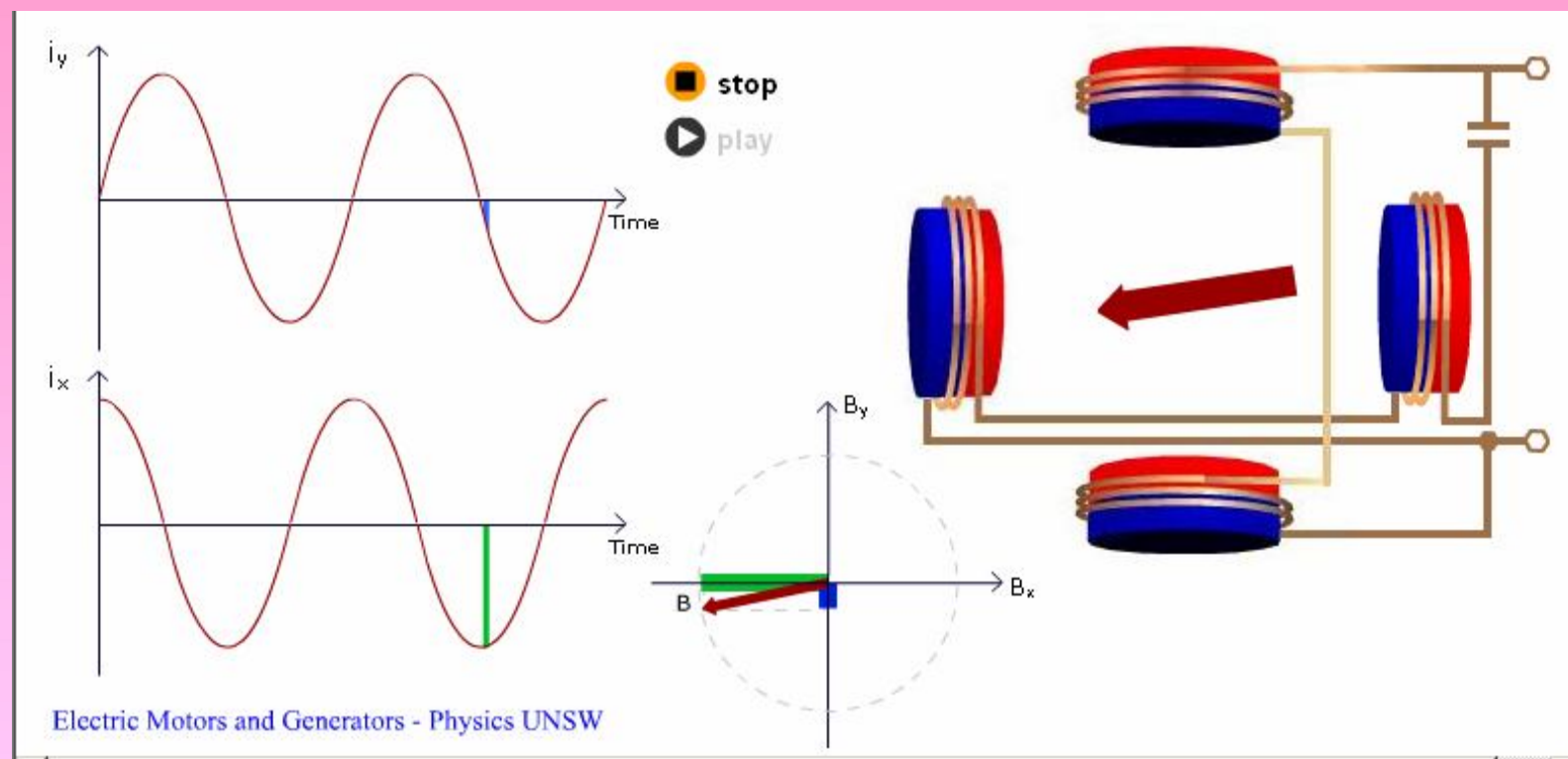
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



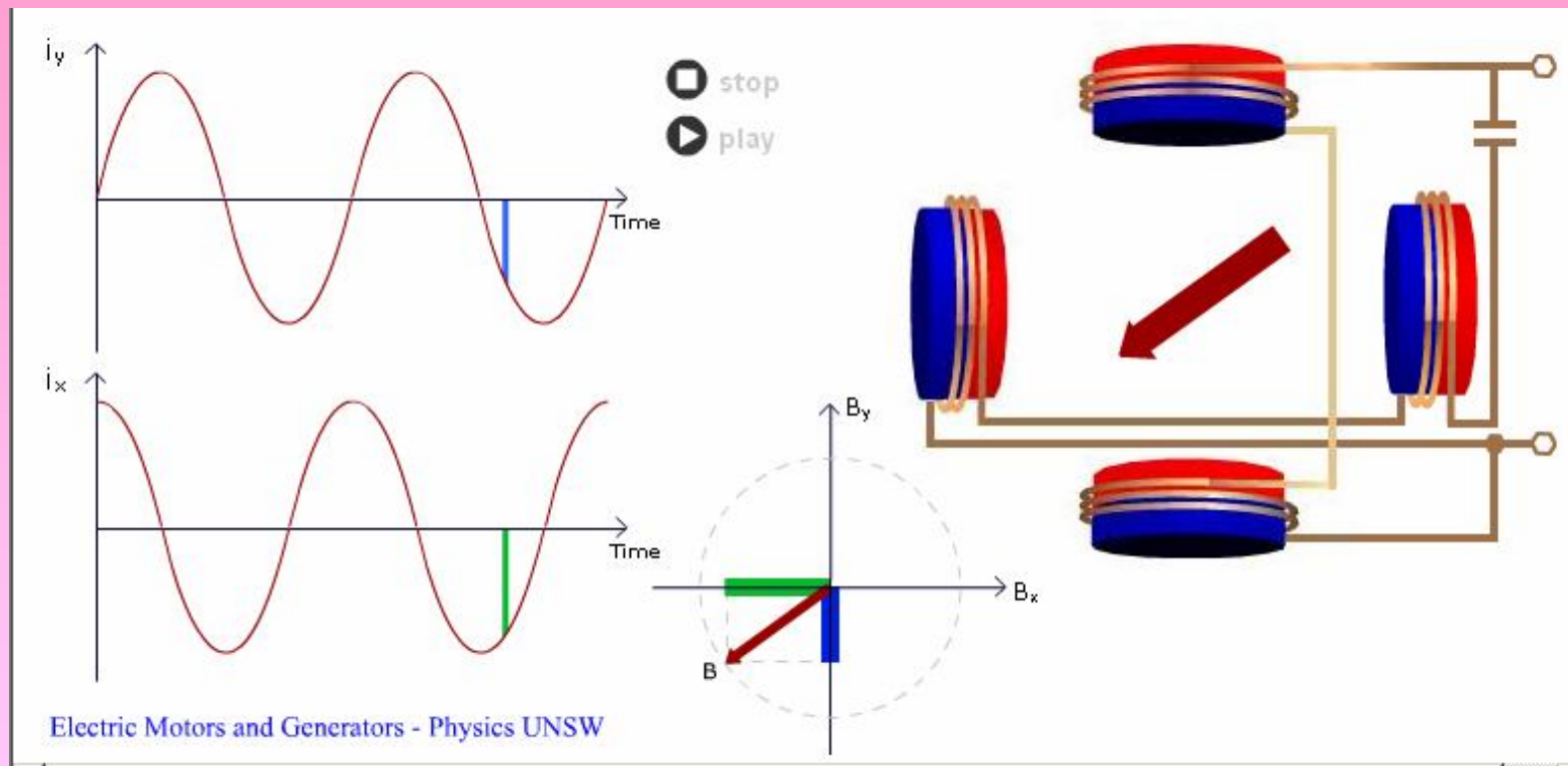
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$

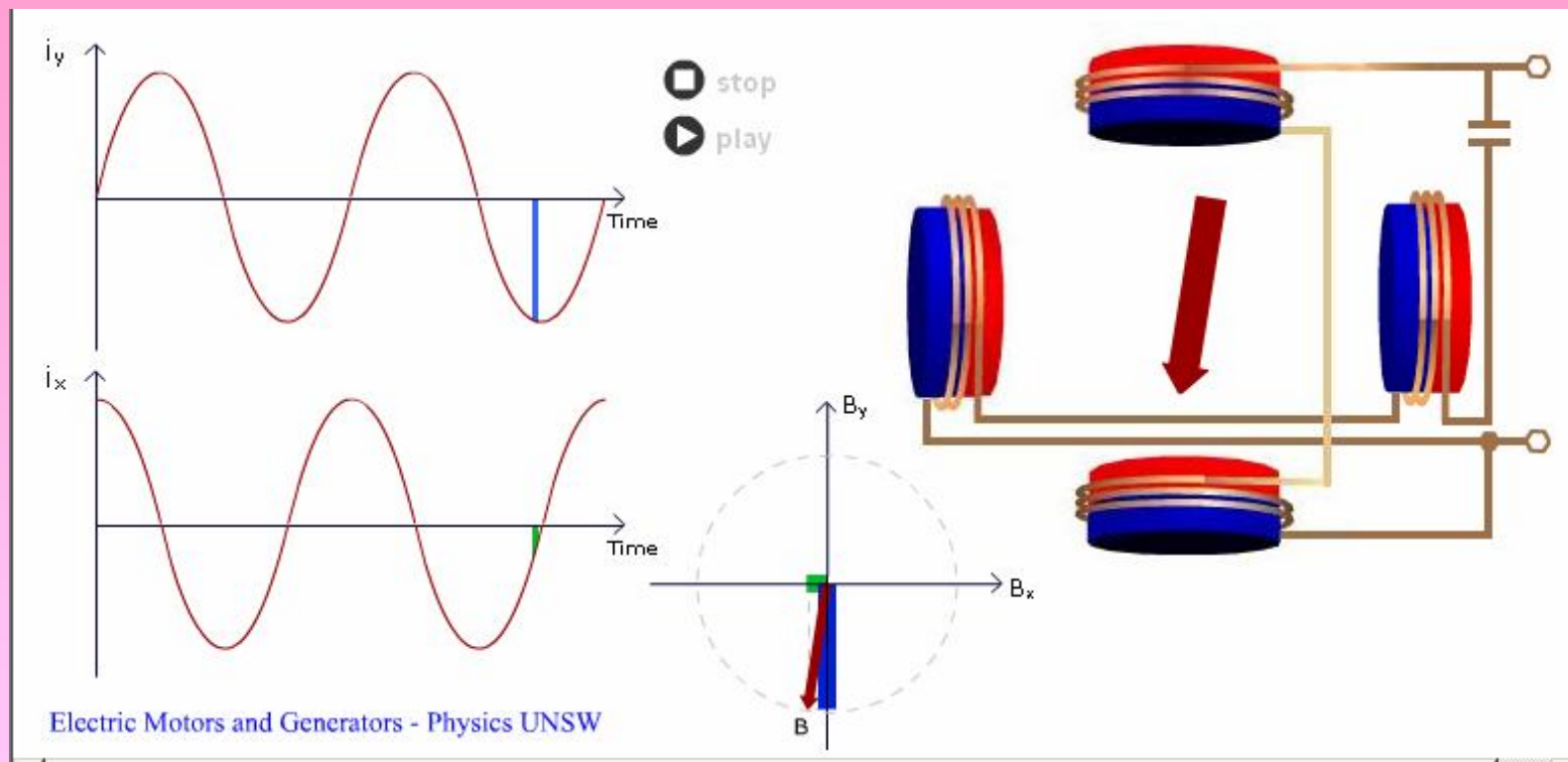


# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$





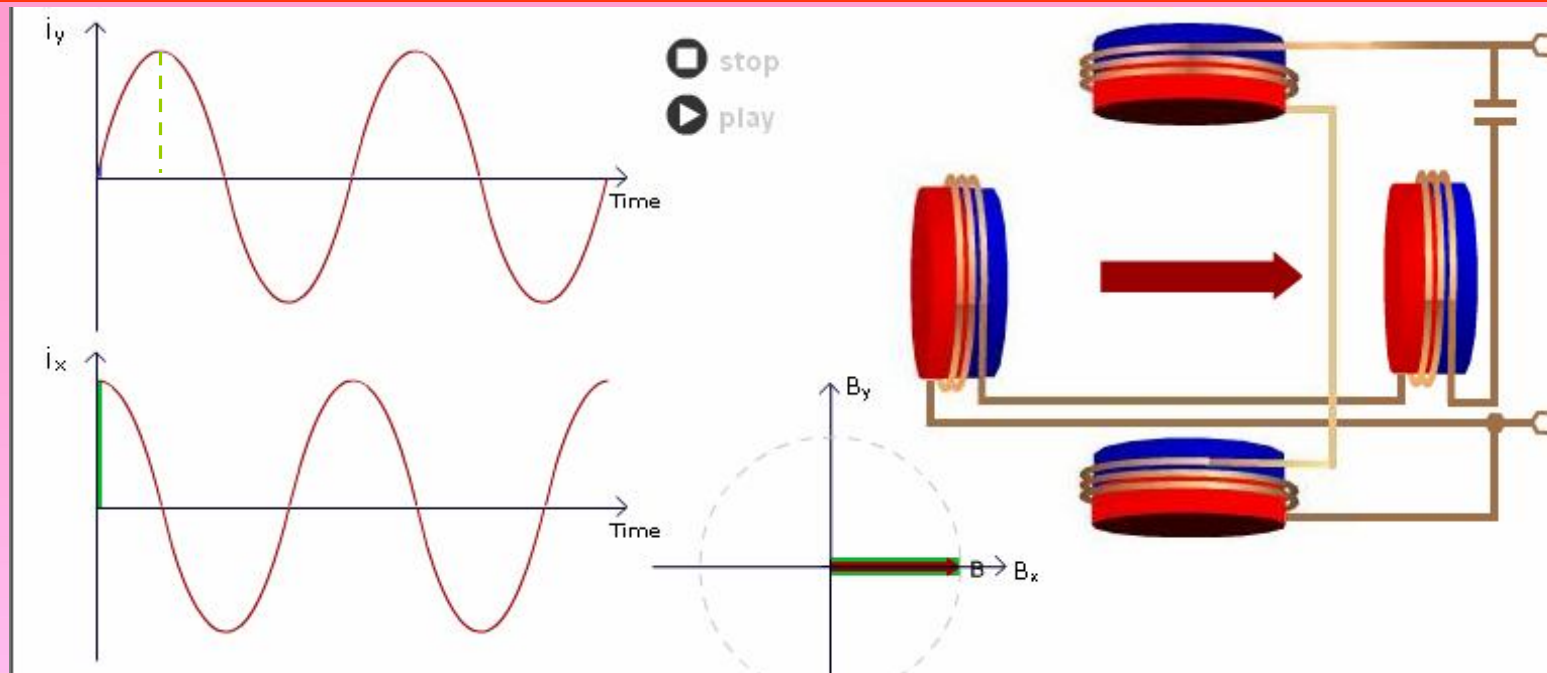
# Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка $m=2$



**Получаване на кръгово магнитно поле при  
двуфазна намотка  $m=2$**

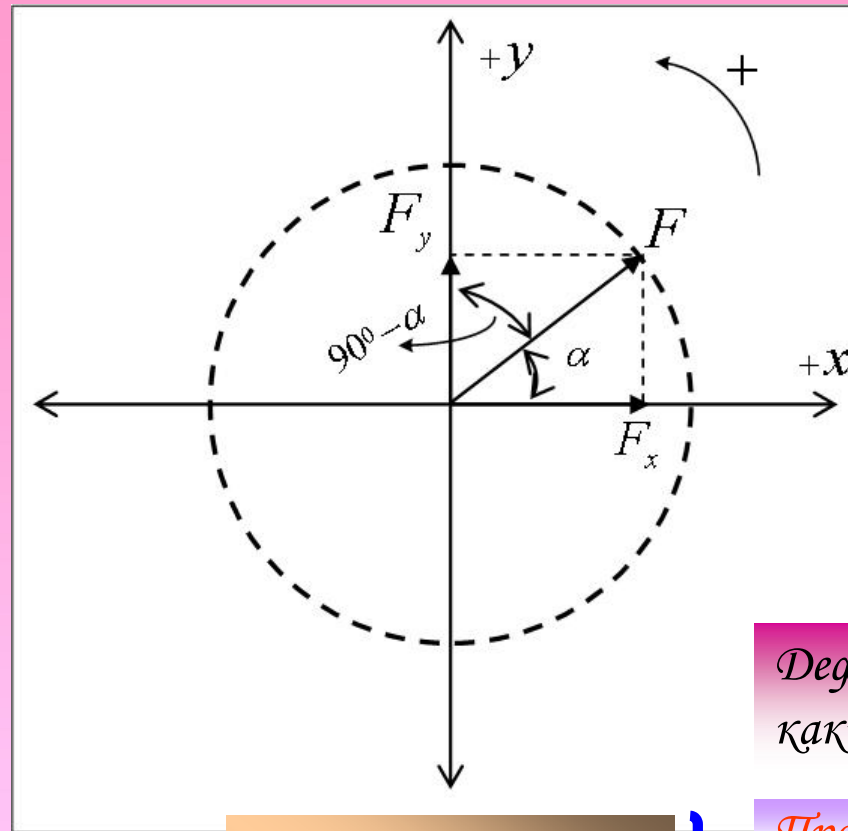
**И така намотък ....**

**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**



$$\begin{aligned}
 i_x \equiv i_A &= I\sqrt{2} \cos \omega t & \text{за } t = 0 & & i_x \equiv i_A &= I\sqrt{2} = I_{\max} \\
 i_y \equiv i_B &= I\sqrt{2} \cos(\omega t - 90^\circ) & & & i_y \equiv i_B &= 0 \\
 & & \text{за } t = T/4 \Rightarrow 90^\circ & & i_x \equiv i_A &= 0 \\
 & & & & i_y \equiv i_B &= I_{\max}
 \end{aligned}$$

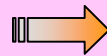
**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**



Дефазирането се получава, както следва:

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \cos(90^\circ - \alpha) = F \cos(\alpha - 90^\circ)$$



$$F_x, F_y = 90^\circ$$


---


$$\alpha \equiv \omega t$$

$$F_x = F \cos \omega t$$

$$F_y = F \cos(\omega t - 90^\circ)$$

Пространствено - от схемата на намотката;

Във времето - от захранващата система токове.

**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**

*Условия за създаване на кръгово магнитно поле :*

- 1/ Токъвете в двете намотки да са дефазирани във времето на **90 електрически градуса**.*
- 2/ Осите на двете намотки да са разместени на **90 електрически градуса**.*
- 3/ Магнитодвижещи напрежения на двете намотки да са равни /  $F_A = F_B$  / и създадените от тях магнитни потоци да са равни.*

**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**

Ъгъл на тока  $I_A$  във фаза А  
/във времето  $t$ /

Ъгъл на пространственото  
разположение на фаза А

$$F_A(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos \omega t \cos \gamma$$

$$F_B(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - 90^\circ) \cos(\gamma - 90^\circ)$$

Ъгъл на тока  $I_B$  във фаза В  
/във времето  $t$ /

Ъгъл на пространственото  
разположение на фаза В

## Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка

Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta)$$

*/ и тук!!! /*

$$F_A(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos \omega t \cos \gamma$$

$$F_B(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - 90^\circ) \cos(\gamma - 90^\circ)$$

$$F_A(t, \gamma) = \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma)$$

$$F_B(t, \gamma) = \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - 90^\circ - \gamma + 90^\circ) +$$

$$+ \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 180^\circ) =$$
$$= \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) - \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma)$$

$$/ \cos(\alpha - 180^\circ) = -\cos \alpha /$$

**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**

$$\begin{aligned} F_P(t, \gamma) &= F_A(t, \gamma) + F_B(t, \gamma) = \\ &= \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma) + \\ &+ \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) - \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma) = \\ &= 2 \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) \end{aligned}$$



**Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**

**Промяна на посоката на въртене на полето.**

Отчитайки тригонометричните зависимости, това теоритически може да стане по следните два начина:

- а/ Да се разменят захранващите проводници на намотките
- б/ Да се разменят началото и края на една от фазните намотки .

Как и върху кой от аргументите на  $\cos$  –инусовите функции ще се отразят съответно подход а/ и подход б/ ?

Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна  
намотка  
**Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.**

$$F_P(t, \gamma) = F_A(t, \gamma) + F_B(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma)$$

При двуфазната намотка получените кръгови  
правовъртящи или обратновъртящи м.д.н.  
имат синхронна честота на въртене  $\pm\omega$  и  
**амплитуда равна на амплитудата на всяко**  
от пулсиращите фазови м.д.н.

## Получаване на кръгово магнитно поле при двуфазна намотка

### Магнитодвижещо напрежение на двуфазна намотка.

При неизпълнение на някое посочените по-горе условия за получаване на кръгово магнитно поле се получава елиптично въртящо се магнитно поле. При него векторът на резултантната магнитна индукция се върти **неравномерно** и върхът му описва елипса. Елиптичното поле може да се разглежда в общия случай, като сума от две **неравни по големина кръгови полета** /с различни индукции - радиуси/, които се въртят в противоположни посоки с еднакви честоти на въртене. Голямата ос на елипсата е равна на сумата от двата радиуса, а малката – на разликата.

Може ли да се представи пулсиращото поле като елиптично?

**Получаване на кръгово магнитно поле при прифазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на трифазна намотка.**  
 **$m=3$**

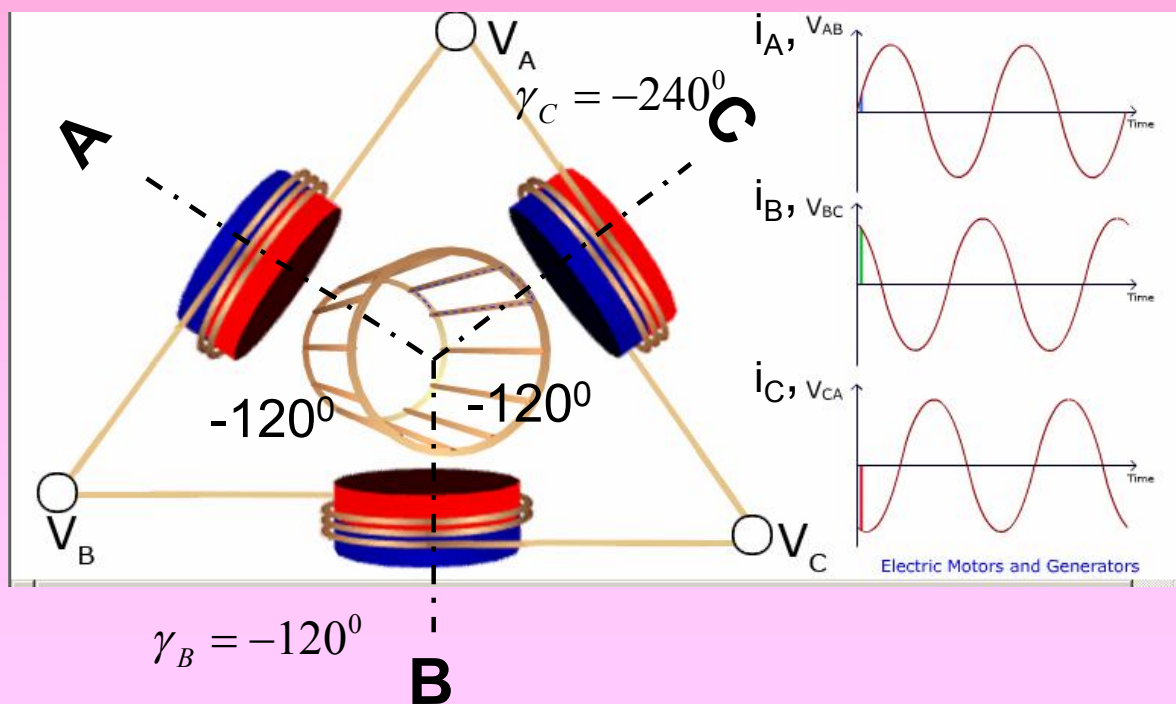
$$i_A = \sqrt{2}I \cos \omega t$$

$$i_B = \sqrt{2}I \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = \sqrt{2}I \cos(\omega t - 240^\circ)$$

$$w_A = w_B = w_C = w; k_{wA} = k_{wB} = k_{wC} = k_w$$

$$\gamma_A = 0; \gamma_B = -120^\circ; \gamma_C = -240^\circ$$



$t > 0$ ,  $\text{камот} \approx 0$

**Получаване на кръгово магнитно поле при прифазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на трифазна намотка.**  
 **$m=3$**

Ъгли на фазовите токове във времето  $t$

$$F_A(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos \omega t \cos \gamma$$

$$F_B(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - 120^\circ) \cos(\gamma - 120^\circ)$$

$$F_C(t, \gamma) = F_{\Phi m1} \cos(\omega t - 240^\circ) \cos(\gamma - 240^\circ)$$

Ъгли на пространственото разположение на фазите

**Получаване на кръгово магнитно поле при прифазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на трифазна намотка.**  
 **$m=3$**

$$F_A(t, \gamma) = \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 0.240^\circ)$$

$$F_B(t, \gamma) = \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 1.240^\circ)$$

$$F_C(t, \gamma) = \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 2.240^\circ)$$

$$F_P(t, \gamma) = F_A(t, \gamma) + F_B(t, \gamma) + F_C(t, \gamma) = \frac{3}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t - \gamma)$$

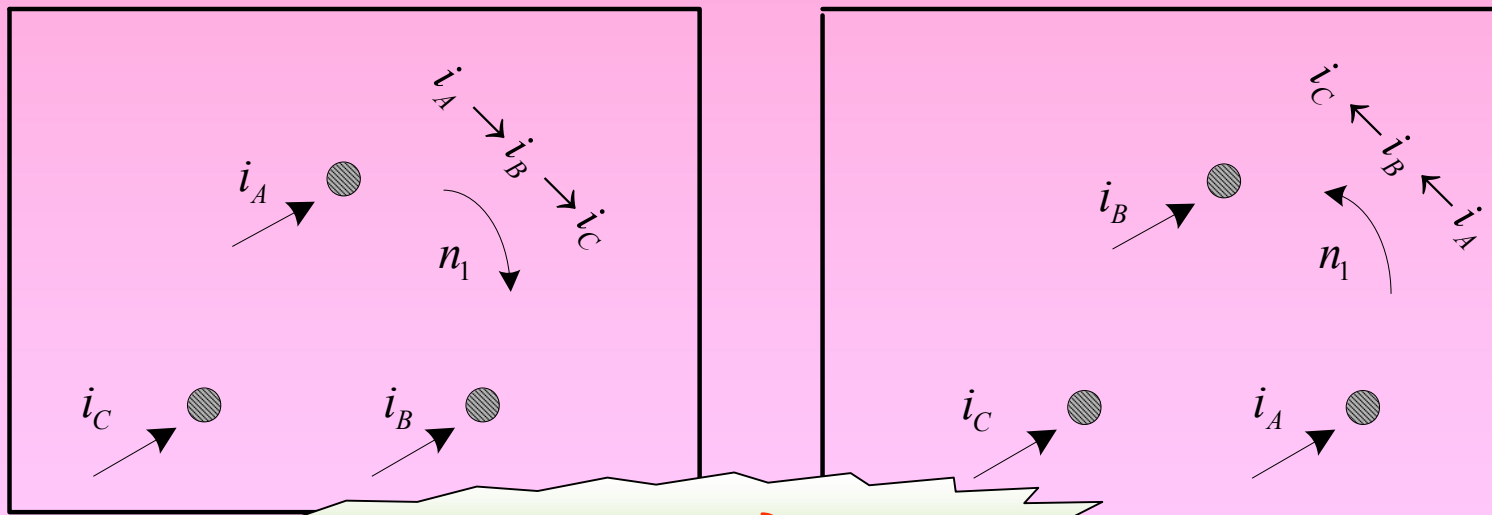
*/ Пояснение:*

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 1.240^\circ) + \frac{1}{2} F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma - 2.240^\circ) = -F_{\Phi m1} \cos(\omega t + \gamma) /$$

**Получаване на кръгово магнитно поле при прифазна намотка**  
**Магнитодвижещо напрежение на трифазна намотка.**  
 **$m=3$**

*Полето се върти в посоката на редуване на захранващите фази. За да се промени посоката на въртене на полето, трябва да се разменят местата на два захранващи проводника.*



*Как ще се изрази горното в изходната система уравнения?*

Получаване на кръгово магнитно поле при трифазна  
намотка  
Магнитодвижещо напрежение на трифазна намотка.  
 $m=3$

Абсолютно недопустимо е да се правят опити за промяна на посоката на въртене на полето чрез размяна на началото и края на някоя от трите фазовите намотки, както се препоръчваше при двуфазната намотка. При такава размяна силно се нарушава симетрията на трифазната намотка, получава се силно изразено елиптично поле, работата с което може да наруши функционалната годност на машината, най-вече поради недопустими прегрявания на проводниците.



