

# CONVERSÃO DE ENERGIA 2

Princípios de Funcionamento de um MIT

---

**Prof. Dr. Cesar da Costa**

E-mail: [ccosta@ifsp.edu.br](mailto:ccosta@ifsp.edu.br)

**Site: [www.professorcesarcosta.com.br](http://www.professorcesarcosta.com.br)**

## Conceitos Básicos

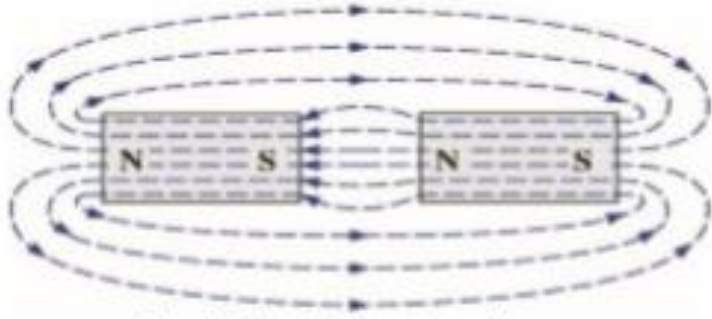
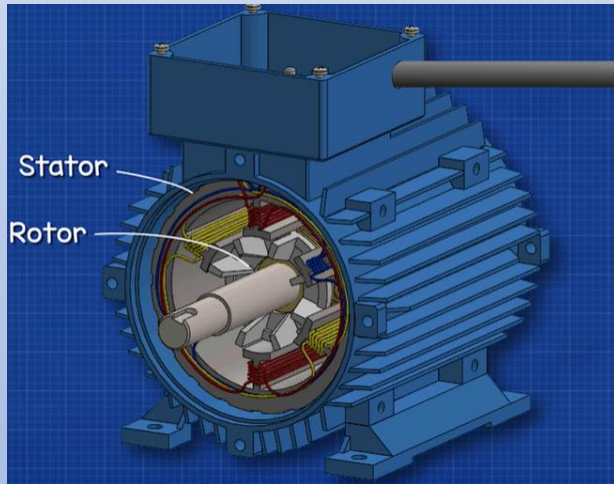


Fig. 1.3 – Pólos magnéticos.

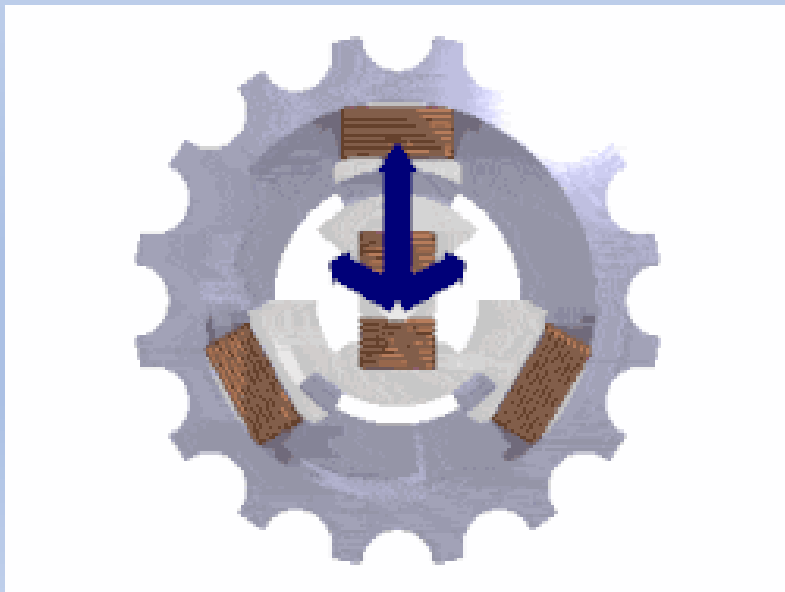
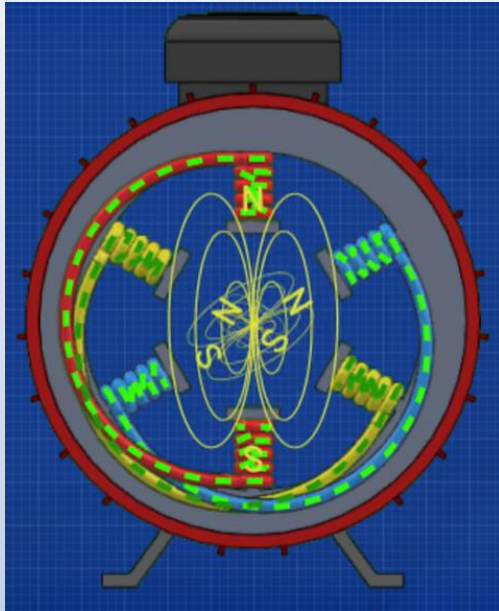


# Maquinas Elébricas

## Polos Magnéticos

- ❖ É a região do **entreferro** na qual o fluxo magnético tem determinado sentido.
- ❖ As linhas de campo “deixam” um polo norte e “entram” no polo sul.
- ❖ Assim, a um polo norte do **estator** corresponde um polo sul do **rotor**.
- ❖ O número de polos de qualquer máquina é necessariamente par, já que as linhas de campo magnético são fechadas.

## Conceitos Básicos

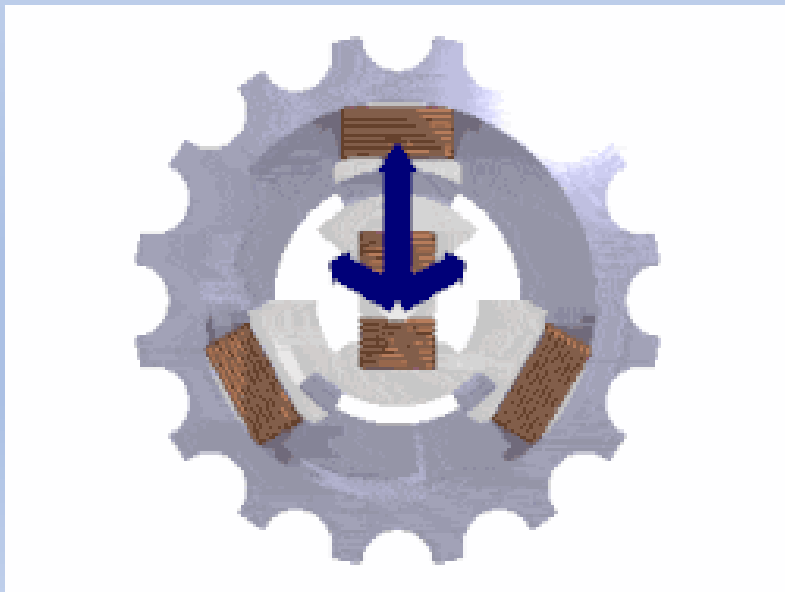
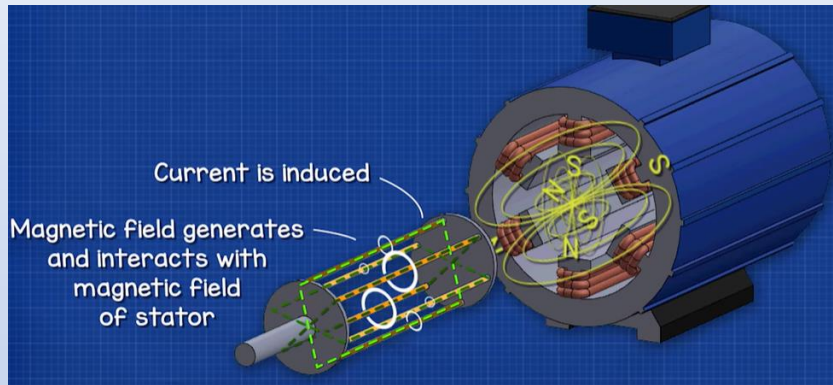


# Maquinas Elébricas

## Campo Girante

- ❖ A aplicação de tensão trifásica nos enrolamentos do estator irá produzir um campo magnético variante no tempo.
- ❖ Devido à distribuição uniforme do enrolamento do estator, irá gerar um **campo magnético girante** na velocidade, proporcional à frequência da rede elétrica.

## Conceitos Básicos

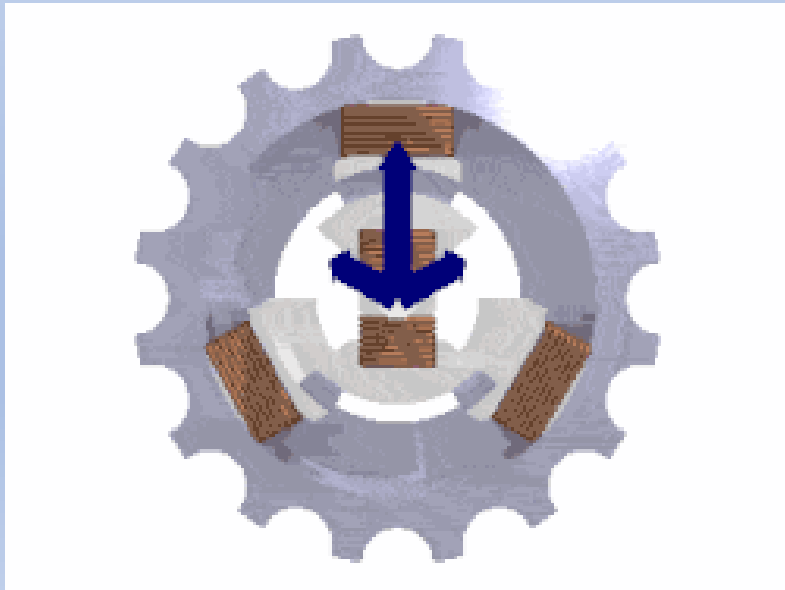
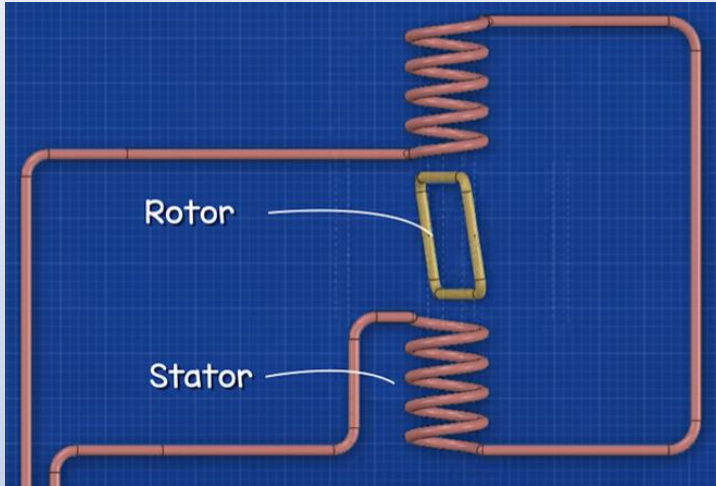


# Maquinas Elébricas

## Campo Girante

- ❖ O fluxo magnético girante no estator atravessará o **entreferro** e por ser variante no tempo induzirá uma tensão alternada no rotor.
- ❖ Como os enrolamentos do rotor estão curto-circuitados essa tensão induzida fará com que circule uma corrente pelo enrolamento do rotor, que por consequência irá produzir um fluxo magnético no rotor que tentará se alinhar com o campo magnético girante do estator.

## Conceitos Básicos

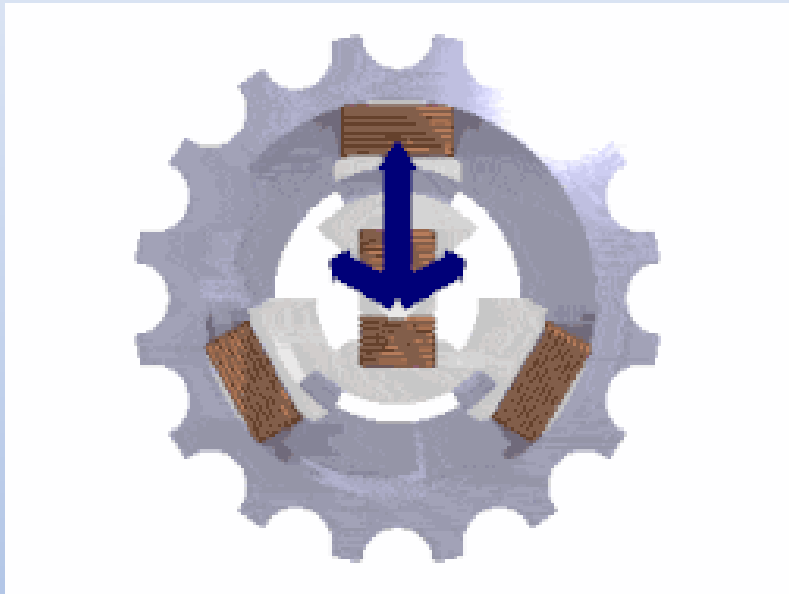


# Maquinas Elébricas

## Campo Girante

- ❖ Como o valor das tensões induzidas no rotor, no caso de rotor bobinado, dependem da relação de espiras entre o rotor e o estator, o estator pode ser considerado como o primário de um transformador e o rotor como seu secundário.

## Conceitos Básicos



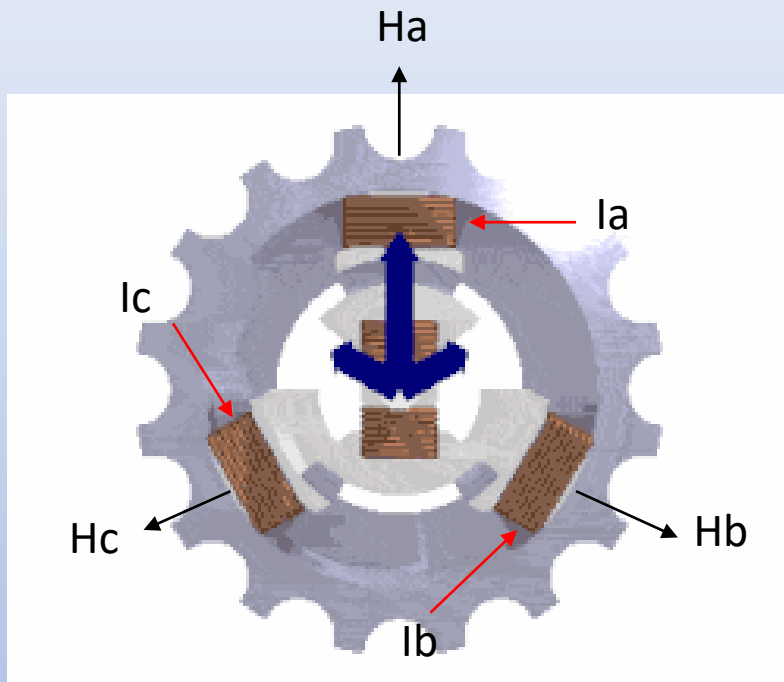
# Maquinas Elétricas

## Motor de Indução Trifásico - MIT



<https://www.youtube.com/watch?v=LtJoJBUSE28>

## Sistema Trifásico



# Maquinas Elétricas

## Análise Gráfica do Campo Girante

- ❖ Para o sistema trifásico mostrado na Figura consideram-se três bobinas defasadas de  $120^\circ$ el no espaço e conduzindo correntes defasadas  $120^\circ$ el no tempo. Assumindo sequência positiva, tem-se:

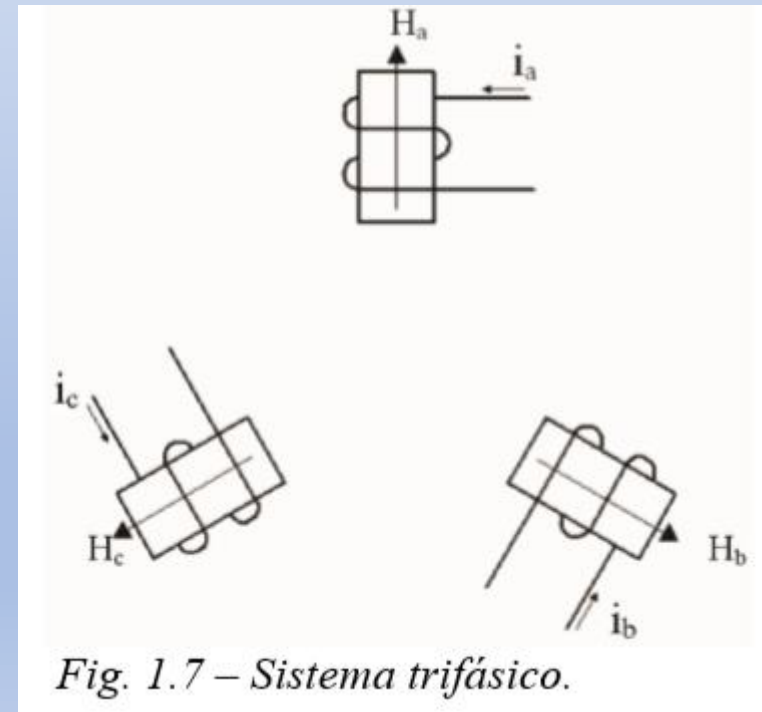


Fig. 1.7 – Sistema trifásico.

# Maquinas Elébricas

## Análise Gráfica do Campo Girante

- ❖ Para o sistema trifásico mostrado na Figura consideram-se três bobinas defasadas de  $120^\circ$ el no espaço e conduzindo correntes defasadas  $120^\circ$ el no tempo. Assumindo sequência positiva, tem-se:

## Sistema Trifásico

- Corrente elétrica  $I$

$$i_a = I \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_b = I \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

- Campo magnético  $H$

$$H_a = H \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$H_b = H \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$H_c = H \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

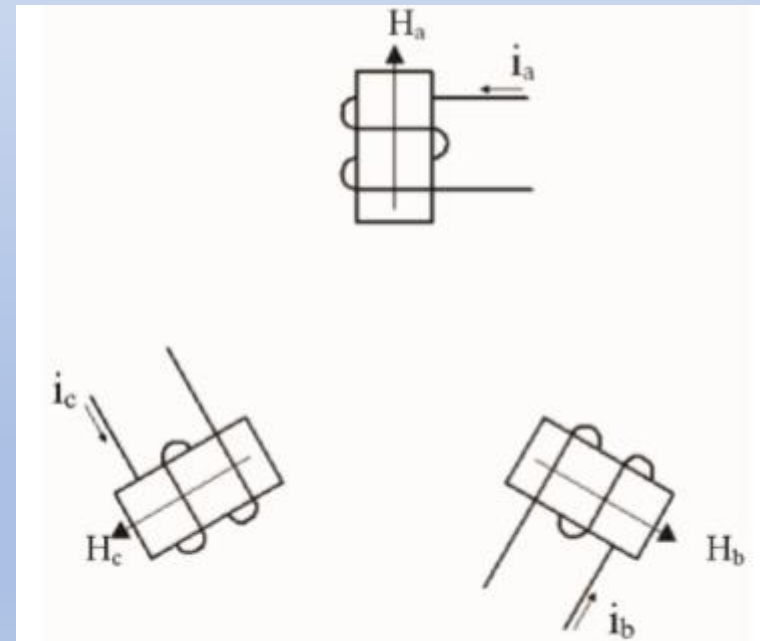


Fig. 1.7 – Sistema trifásico.



# Maquinas Eléctricas

## Análise Gráfica do Campo Girante

- ❖ Tanto as correntes como as intensidades de campo magnético, que são proporcionais, podem ser representadas pela Fig. 1.8, em função do tempo.

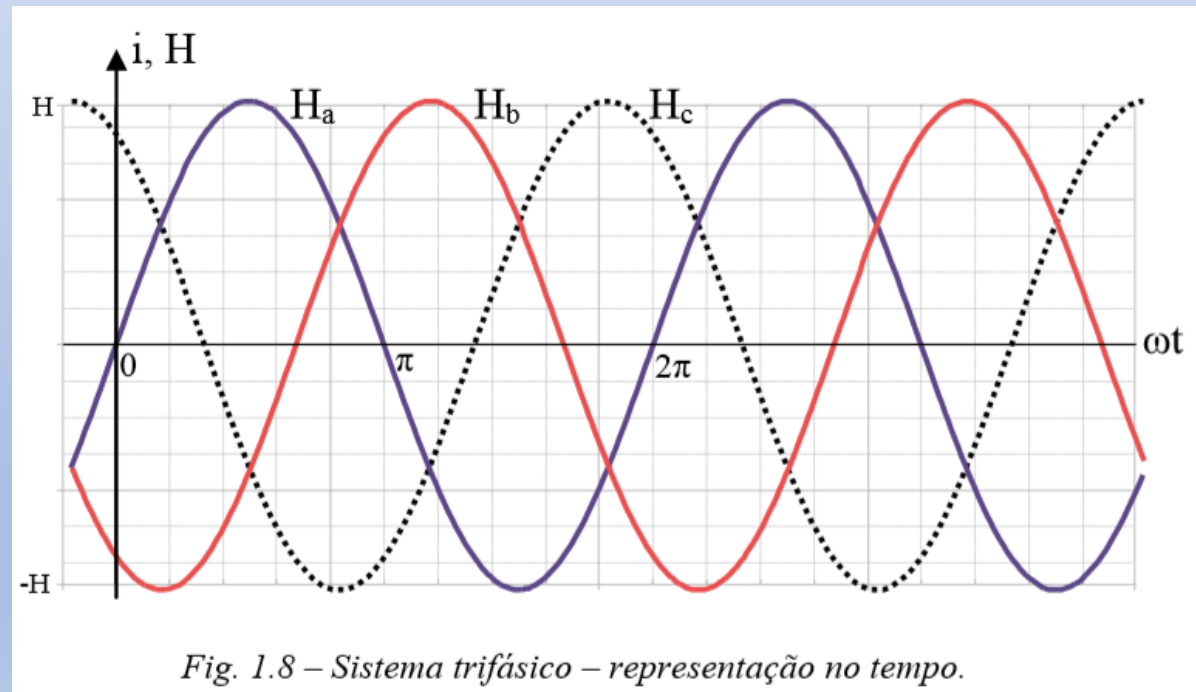


Fig. 1.8 – Sistema trifásico – representação no tempo.

## Sistema Trifásico

- Corrente eléctrica  $I$

$$i_a = I \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_b = I \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

- Campo magnético  $H$

$$H_a = H \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$H_b = H \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$H_c = H \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

# Maquinas Eléctricas

## Análise Gráfica do Campo Girante

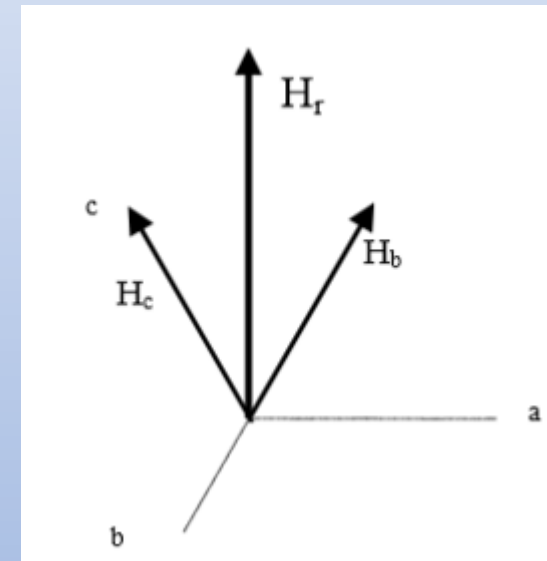
- ❖ Observa-se que o campo resultante possui módulo constante e gira com velocidade angular  $\omega_s$ . Por exemplo no instante :

$$\underline{\omega t = 0}$$

$$i_a = 0 \rightarrow H_a = 0$$

$$i_b = -\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I \rightarrow H_b = -\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot H$$

$$i_c = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I \rightarrow H_c = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot H$$



## Sistema Trifásico

- Corrente eléctrica I

$$i_a = I \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_b = I \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

- Campo magnético H

$$H_a = H \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$H_b = H \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$H_c = H \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

## Sistema Trifásico

- Corrente elétrica I

$$i_a = I \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_b = I \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

- Campo magnético H

$$H_a = H \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$H_b = H \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$H_c = H \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

# Maquinas Elétricas

## Atividade 1 (Sala de aula)

a) Faça a verificação gráfica (fasorial) do campo girante considerando-se alguns instantes, durante um período da rede. Indique qual o sentido do giro do campo girante (horário ou anti horário).

- ❖ Usar os seguintes instantes de tempo.

$$\underline{\omega t = \pi/3 (60^\circ)}$$

$$\underline{\omega t = 2\pi/3 (120^\circ)}$$

$$\underline{\omega t = \pi (180^\circ)}$$

$$\underline{\omega t = 5\pi/3 (300^\circ)}$$

# Maquinas Eléctricas

## Atividade 1

b) Inverta uma fase. O que ocorre. Indique qual o sentido do giro do campo girante.

## Sistema Trifásico

- Corrente eléctrica  $I$

$$i_a = I \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_b = I \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

- Campo magnético  $H$

$$H_a = H \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$H_b = H \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$H_c = H \cdot \text{sen}(\omega t + 120^\circ)$$

# Conclusões



## Referência

<https://www.youtube.com/watch?v=LtJoJBUSE28>

[https://www.youtube.com/watch?v=59HBoIXzX\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=59HBoIXzX_c)

<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/t6cv2n6cv2conv2>

[http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens\\_upload/Apostila\\_Maquinas%20Eletricas\\_UNESP.pdf](http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_Maquinas%20Eletricas_UNESP.pdf)

[http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens\\_upload/maquinas%20eletricas%20senai.pdf](http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/maquinas%20eletricas%20senai.pdf)