



e-Learning tools for Electrical Engineering

Temática – Máquinas Eléctricas

Capítulo – Máquina Assíncrona

CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO

INTRODUÇÃO

Relativamente à construção, apresentam-se os aspectos fundamentais da construção de máquinas assíncronas. Apresentam-se algumas sequências vídeo e fotografias obtidas durante o processo industrial de construção.

Relativamente ao funcionamento, apresentam-se os princípios de funcionamento, principais características e o balanço de potência. Particulariza-se o funcionamento como motor, gerador e freio electromagnético.

- pré-requisito: Física, Bases de Electrotecnică
- nível: Bases de Engenharia Electrotécnica
- duração estimada: 1 hora
- autor(es): [Aurel Câmpeanu](#), [Sorin Enache](#)
- realização: [Florin Ravigan](#)
- versão portuguesa : [Maria José Resende](#)



Este projecto é financiado pela União Europeia no âmbito de uma acção Sócrates-Minerva. As informações nele contidas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores. A União Europeia declina toda a responsabilidade relativamente ao seu uso.

Construção

Os principais elementos construtivos de uma máquina assíncrona são:

- estator (núcleo magnético 1 e enrolamento estatórico 3);
- rotor (núcleo magnético 2 e enrolamento rotórico 4);
- outros elementos construtivos (veio 5, rolamentos 6, carcaça 7, ventilador 8, etc.).

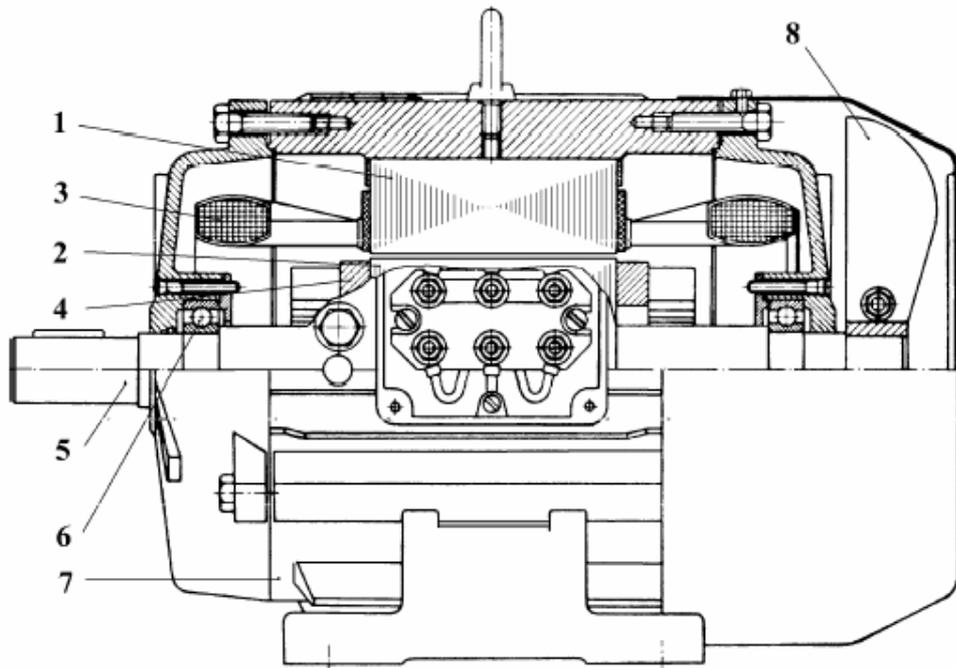


Figura 1

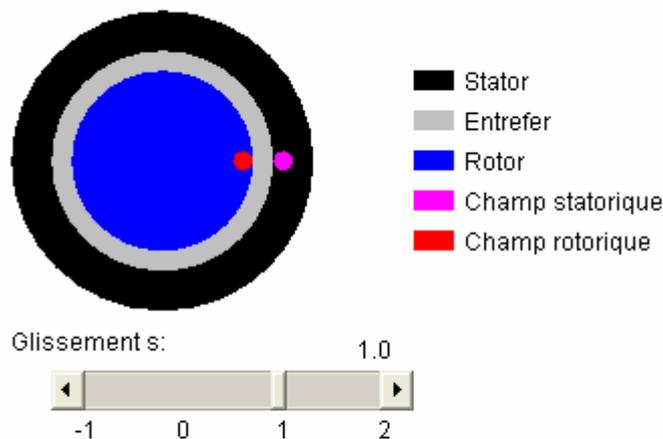


Figura 2

Funcionamento

1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Considere uma máquina assíncrona trifásica a funcionar como motor. Admite-se que o enrolamento estatórico é constituído por três fases simétricas (cujos eixos estão desfasados de $2\pi/3$ radianos e possuem o mesmo número de espiras) distribuídas sinusoidalmente. Este enrolamento, ao ser alimentado por um sistema trifásico simétrico de tensões de frequência f_1 , vai dar origem a um campo magnético $[\bar{B}]$ girante de velocidade Ω_1 .



Animação 1

Se o rotor está bloqueado (parado), este campo girante do estator e de acordo com a lei geral da indução electromagnética, vai induzir nas fases do enrolamento do rotor um sistema de forças electromotrizes. Se o enrolamento rotórico está em curto-circuito ou ligado a uma impedância trifásica simétrica, estas forças electromotrizes vão dar origem a um sistema trifásico de correntes no rotor. A interacção destas correntes com o campo electromagnético do estator vai dar origem a forças $[\bar{F}]$ que se vão exercer sobre cada condutor do rotor. A estas forças corresponde um binário M , obtido pela soma de todas as forças que se exercem nos condutores rotóricos e que é responsável pelo movimento do rotor, com velocidade N e cujo sentido é o do campo girante do estator.

2. VELOCIDADE E ESCORREGAMENTO

Velocidade de sincronismo :
$$\Omega_1 = \frac{2\pi f_1}{p} \text{ [rot/s]}$$

Escorregamento:
$$s = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

Velocidade rotórica (mecânica) :
$$\Omega = \Omega_1(1 - s)$$

Velocidade do campo girante relativamente ao rotor: $\Omega_2 = \Omega_1 - \Omega$

3. FUNCIONAMENTO COMO MOTOR

Em regime de **motor** a máquina absorve potência eléctrica da rede, pelos bornes do enrolamento do estator, e fornece, potência mecânica no veio. Este é o modo de funcionamento mais comum da máquina assíncrona. O balanço das potências é o, esquematicamente, representado na figura seguinte.

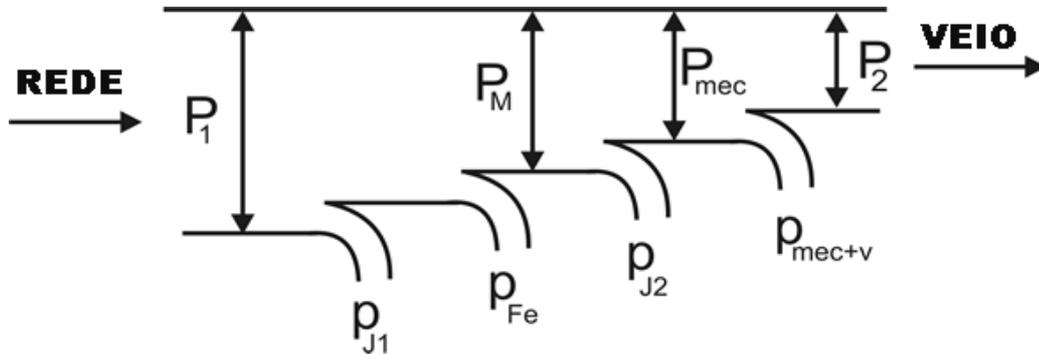


Figura 1

Onde:

- P_1 - potência eléctrica absorvida pelos bornes do enrolamento do estator;
- P_M - potência electromagnética (transferida para o rotor através do campo electromagnético);
- P_{mec} - potência mecânica;
- P_2 - potência útil no veio;
- p_{J1} - perdas por efeito Joule, nos enrolamentos do estator;
- p_{Fe} - perdas no núcleo ferromagnético;
- p_{J2} - perdas por efeito Joule, nos enrolamentos do rotor;
- p_{mec+v} - perdas mecânicas e de ventilação.

Neste caso, a velocidade do rotor é inferior à velocidade de sincronismo ($0 < \Omega < \Omega_1$, $0 < s < 1$).

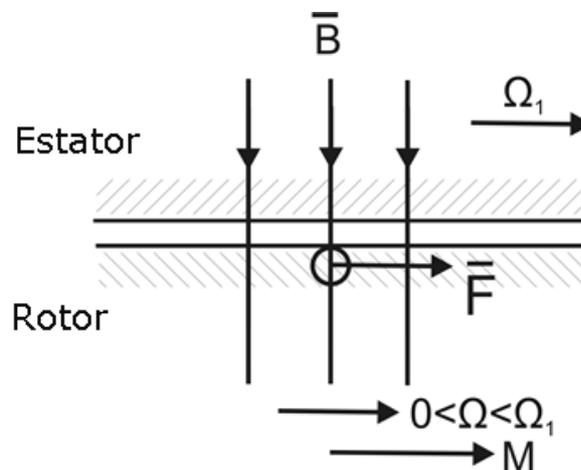


Figura 2

4. FUNCIONAMENTO COMO GERADOR

Se a máquina está acoplada a um motor auxiliar cuja velocidade de rotação é superior à de sincronismo $\Omega > \Omega_1$ ($s < 0$), inverte-se o sentido de deslocação do rotor face ao campo do estator; enquanto no funcionamento como motor o rotor está atrasado face ao estator, no funcionamento como gerador, está adiantado. Como consequência, inverte-se o sentido das forças electromotriz induzidas e, portanto, das correntes tendo como consequência implícita a inversão do binário.

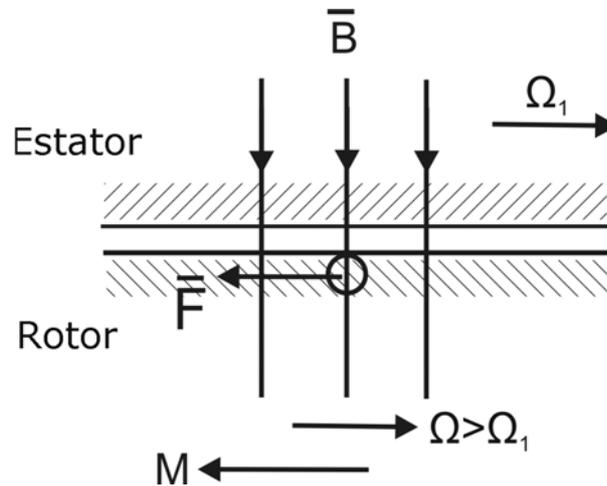


Figura 3

Nesta situação a máquina absorve potência mecânica pelo veio (através do motor auxiliar) e fornece potência eléctrica pelos bornes do enrolamento do estator. Diz-se que a máquina está a funcionar em regime de **gerador**. O balanço das potências é o, esquematicamente, representado na figura seguinte.

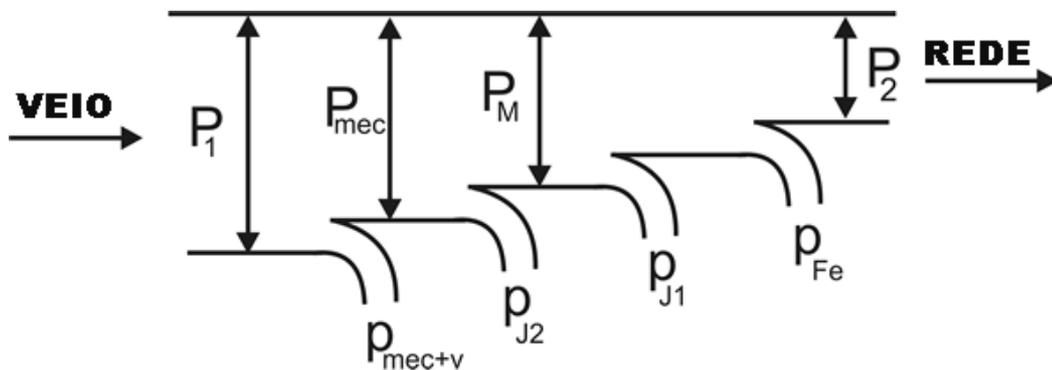


Figura 4

Onde:

P_1 – potência eléctrica absorvida pelos bornes do enrolamento do estator;

P_M – potência electromagnética (transferida para o rotor através do campo electromagnético);

P_{mec} – potência mecânica;

P_2 – potência útil no veio;

p_{J1} – perdas por efeito Joule, nos enrolamentos do estator;

p_{Fe} – perdas no núcleo ferromagnético;

p_{J2} – perdas por efeito Joule, nos enrolamentos do rotor;

p_{mec+v} – perdas mecânicas e de ventilação.

5. FUNCIONAMENTO COMO FREIO ELECTROMAGNÉTICO

Quando funciona em regime de **freio electromagnético**, o campo estático é aplicado no sentido contrário ao de rotação ($\Omega < 0, s > 1$).

A máquina recebe potência mecânica pelo veio, potência eléctrica pelos bornes do enrolamento do estator, e entrega a potência resultante (depois de descontadas as perdas no estator e as perdas mecânicas) ao rotor, onde é dissipada nos enrolamentos e no circuito magnético.

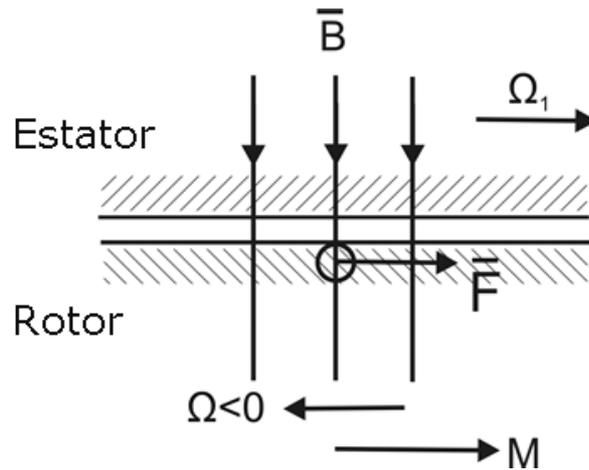


Figura 5

O balanço das potências é o, esquematicamente, representado na figura seguinte.

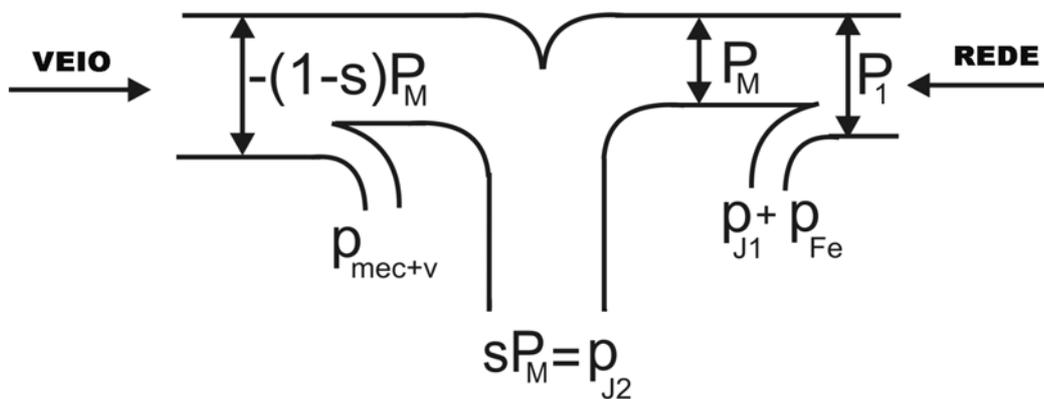


Figura 6