|  |  |
| --- | --- |
| **Aula Nro: 12** |  |

Motores Síncronos

**Aplicações:**

- No passado a aplicação do motor síncrono era limitado em aplicações com velocidade constante. Atualmente, devido ao avanço da eletrônica de potência, pode-se se usar o motor síncrono com velocidade constante, alterando a frequência de entrada via conversor de frequência.

- Compensar a potência reativa das indústrias. Quando o motor trabalhar superexcitado, este se comporta como um capacitor, consumindo potência reativa negativa, Q(-), que equivale a gerar potência reativa positiva. Variando a corrente de campo, pode-se se controlar o valor de Q(-).

**I) Princípio de funcionamento:**

Aplicando correntes trifásicas ao estator, produzirá um campo girante no entreferro (. Por outro lado aplicando corrente contínua no circuito do rotor da máquina síncrona, este produzirá um outro campo (Br) que acompanhará o campo do estator. O princípio básico é que o rotor “persegue” o campo magnético do estator sem nunca alinhar-se com ele.

|  |
| --- |
|  |
| Fig 1:principio de funcionamento do motor síncrono |

Como o motor síncrono é fisicamente igual gerador síncrono, todas as equações básicas de velocidade, potência e conjugado são iguais. A única diferença é que agora a corrente (fluxo de potência) ingressa na máquina.

A velocidade do motor síncrono é constante (velocidade síncrona) e está dada pela equação (RPM):

* 1. **Se a velocidade do motor síncrono é constante, como verificar a alteração da potência no eixo do motor?**

Resp: Através do ângulo de potência ou ângulo de carga “δ”. Quanto maior o ângulo, maior a potência no eixo.

No laboratório é possível verificar a abertura deste ângulo em relação a uma referência que gira na velocidade síncrona.

Vide: < https://drive.google.com/file/d/1CmSxLcCbQts1Pp5N5xv4UEWmIsVssEyN/view>.

**II) Diagrama de Potência**

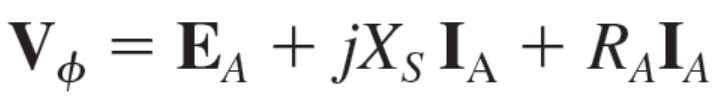
O diagrama de potência está mostrado na figura abaixo.

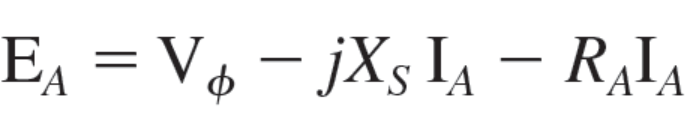
|  |
| --- |
|  |
| Fig 2: Diagrama de potência do motor síncrono |

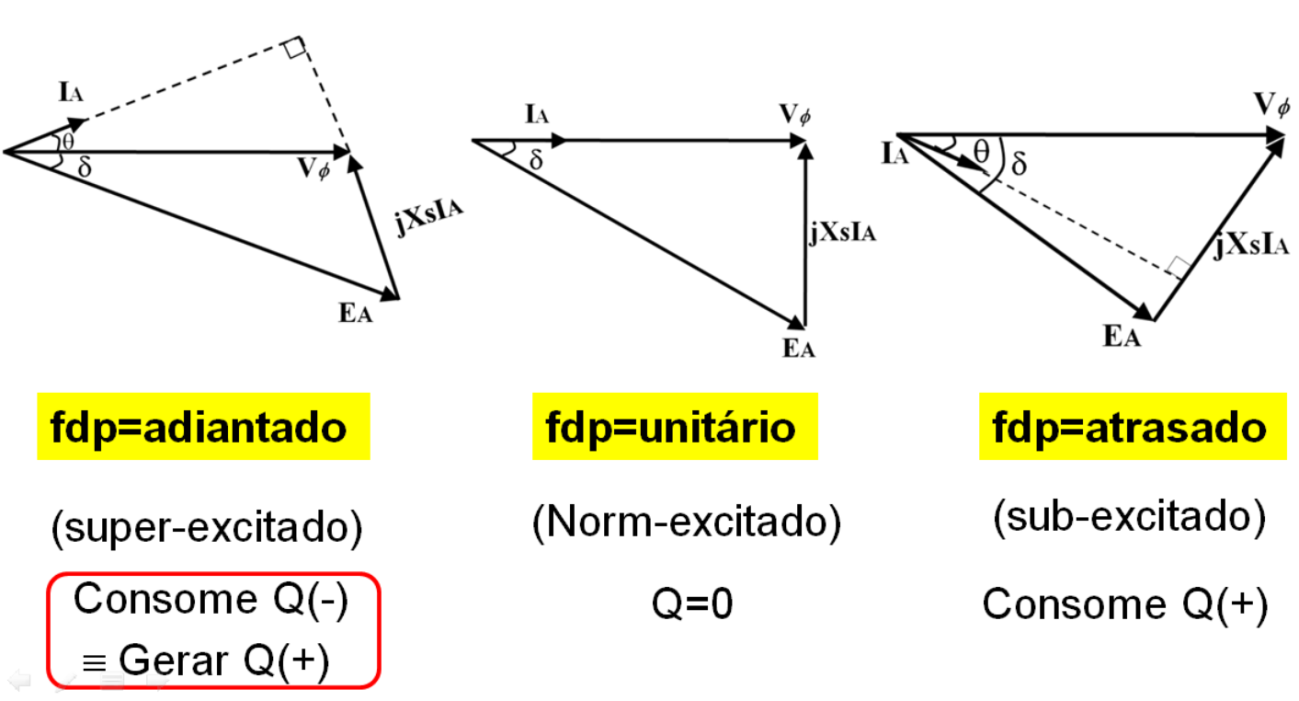
→ potência de perda

**III) Circuito de potência e diagrama fasorial**

|  |
| --- |
|  |
| Fig3: Circuito Equivalente |

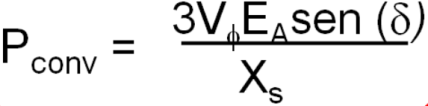


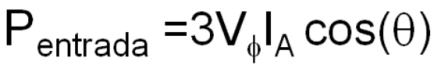




**IV) Equação de potência e Torque**

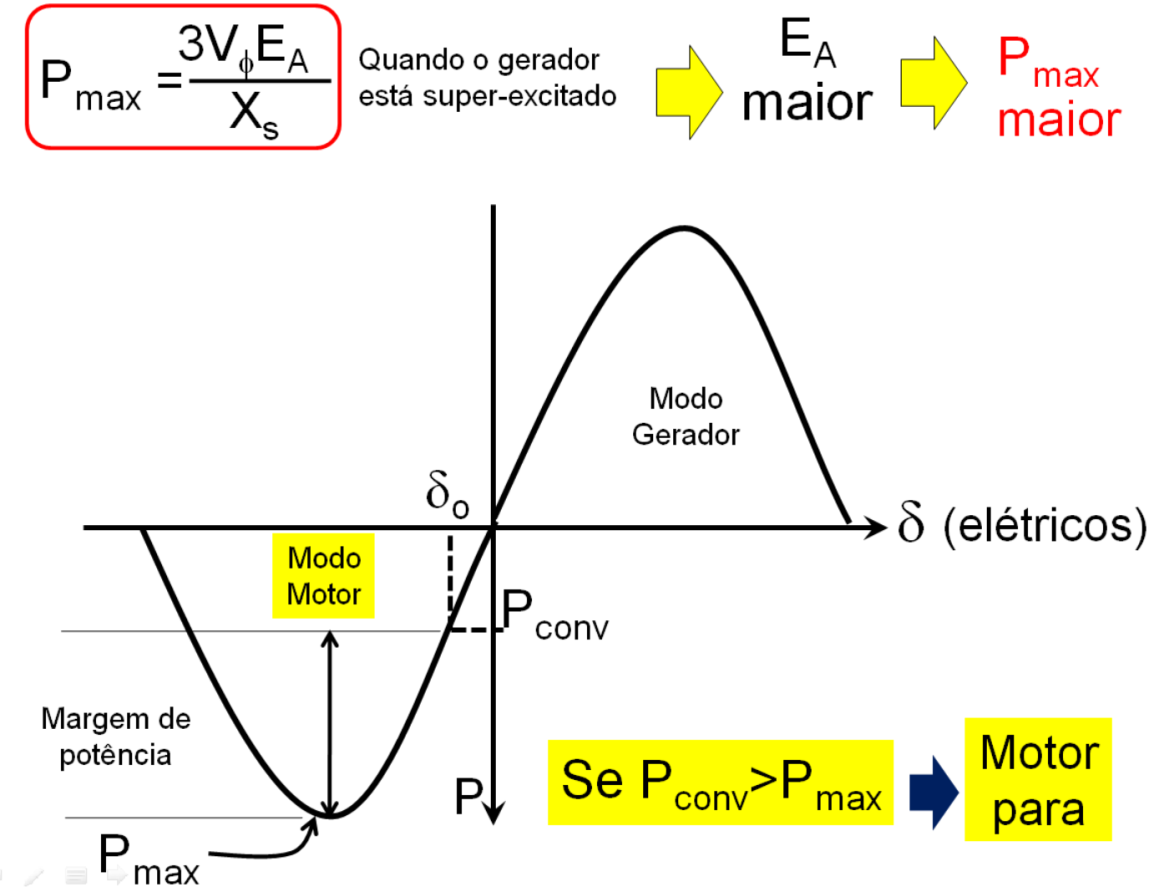
As equações de potência e torque aplicado ao gerador síncrono são validas também aqui.





, então:

A única diferença é que o ângulo de carga é negativo porque trabalha na região de motor como mostra a figura abaixo.



Obs: Se o torque no eixo (da carga) for maior ao torque induzido, o motor desacelera e perde sincronismo até parar. O campo magnético do estator ultrapassa repetidamente ao campo do rotor e o sentido do torque muda em cada ultrapassagem vibrando severamente. Este fenômeno é conhecido como “pólos deslizantes” ou “salto de pólos”. Se não desligar imediatamente, o enrolamento de armadura pode aquecer até queimar pela corrente elevadíssima porque ao único que limita essa corrente é a resistência de armadura (a reatância deixa de existir se a máquina parar).

**IV. Efeito da mudança de carga no motor síncrono sem alterar a corrente de campo.**

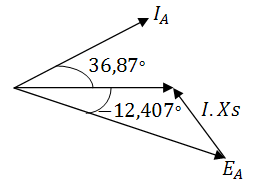
O que acontece aumentando a carga no motor síncrono mantendo fixa a corrente de campo?

Exemplo:

Um motor síncrono 60Hz, 208V, f.d.p. = 0,8, 45kVA, ligado em ∆ possui uma reatância síncrona de 2,5Ω e resistência de armadura desprezível. As perdas por atrito e ventilação são 1,5kW, perdas no núcleo 1kW. Inicialmente o eixo tem uma carpa de 15HP e o f.d.p.=0,8 (adiantado).

1. Esboce o diagrama fasorial do motor e determine IA, IL EA e δ
2. Suponha que a carga no eixo seja aumentada até atingir 30HP. Determine IA, IL EA , δ após a mudança.
3. Qual o novo fator de potência?

θ



1. Após o acréscimo de carga:

Como é constante = Pconvertida (devido a que RA=0)

δ' =

A corrente pode ser determinada a partir de:

1. f.d.p. = cos (15,16°) = 0,965° ↑ (ficou menos capacitivo)

Resumo da alteração: constante, implica em E’A constante

δ' ↑

↑

IA ↑

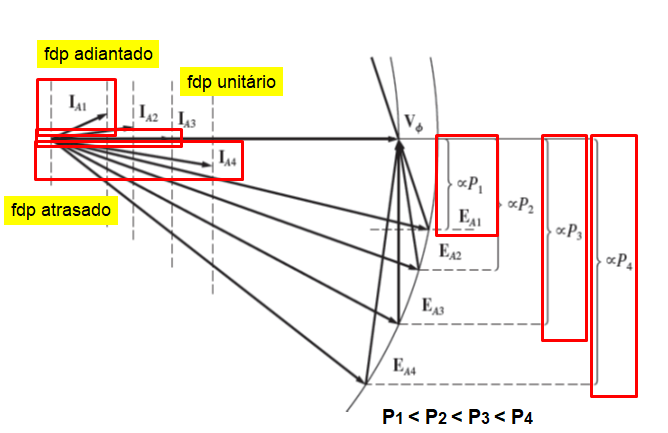
|θ| ↓

f.d.p. = cos θ ↑, ficou menos capacitivo ou mais indutivo

Conclusão: aumentando a carga mantendo constante a corrente de campo implica que o motor se torno menos capacitivo (consome menos Q(-)).

**4.1 Qual é o efeito se continuar aumentando carga no eixo sem variar a corrente de campo?**

Se continuar aumentando, o fator de potência ficará resistiva e depois indutivo como mostra a figura abaixo.



**Exercício Proposto**

Um motor síncrono 60Hz, 360,26V, f.d.p. = 0,8 (adiantado), 45kVA, ligado em Y possui uma reatância síncrona de 0,833Ω e resistência de armadura desprezível. As perdas por atrito e ventilação são 1,5kW, perdas no núcleo 1kW. Inicialmente o eixo tem uma carga de 15HP e o f.d.p.=0,8 (adiantado).

1. Esboce o diagrama fasorial do motor e determine IA, EA(fase) e δ.
2. Qual é a **carga nova adicional** aplicada ao eixo do motor síncrono se o fator de potência ficou unitário? Considere que as perdas ficam iguais após o acréscimo da carga. Esboce o diagrama fasorial do motor e compare com o diagrama o item “a” e determine IA, EA(fase) e δ

Observação: As respostas estão na outra página. Só veja as respostas para verificar sua resposta.

Respostas:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **fdp =0,8 adiantado; Carga eixo=15HP**   **IA=27,42∠36,87°**  **EA=222,458∠-4,712°**  δ**=-4,71** | 1. **fdp =1**   **Carga Adicional=60,871Hp**  **IA=94,71[0°**  **EA=222,458∠-20,77**  δ**=-20,77** |

Próxima Aula:

-Efeitos da corrente de campo no motor síncrono.

-Técnicas de partidas do motor síncrono.