

# PÓS-GRADUAÇÃO PRESENCIAL MARINGÁ

Professor Evandro Junior Rodrigues

## CURSOS 2016

### Introdução aos Sistemas Elétricos de Potência

Circuitos Trifásicos e Laboratório MatLab	10
Gerador Síncrono	10
Transformadores	10
<b>TOTAL DE CURSO</b>	<b>30</b>

# Introdução aos Sistemas Elétricos de Potência

## GERADOR SÍNCRONO

---

**Evandro Junior Rodrigues**

Setembro 2016

# GERADOR SÍNCRONO

1 FUNCIONAMENTO E PARTE CONSTRUTIVA

2 VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE UM GERADOR

3 TENSÃO INTERNA GERADA X CORRENTE DE CAMPO

4 GERAÇÃO DOS CAMPOS MAGNÉTICOS – VAZIO E COM CARGA

5 CIRCUITO EQUIVALENTE DO GERADOR SÍNCRONO

6 COMPORTAMENTO DO GERADOR CONFORME A CARGA – DEMONSTRAÇÃO  
PELO DIAGRAMA FASORIAL

7 POTÊNCIA DE SAÍDA E TORQUE DO GERADOR

8 ENSAIOS

9 EXEMPLOS

10 GERADOR SÍNCRONO OPERANDO ISOLADO

11 TRABALHO

- Desenvolvimento no Quadro

# Campo E Armadura

$$f_e = \frac{n_m P}{120}$$

Where

$f_e$  = electrical frequency, in Hz

$n_m$  = mechanical speed of magnetic field, in rpm  
= rotor speed, in rpm

$P$  = number of poles

- Qual a velocidade que deve ser aplicado ao rotor de uma máquina de
  - a) 2 polos
  - b) 4 polos
  - c) Itaipu = 78 polos
- Para gerar uma potência de 60 Hz.

- Desenvolvimento no Quadro

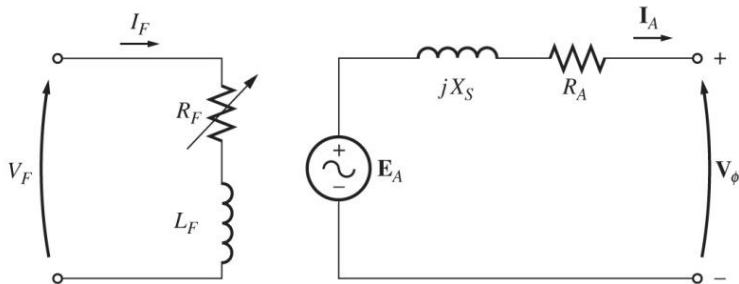


- Desenvolvimento no Quadro

**Com Carga:**

$$\mathbf{E}_A = \mathbf{V}_\varphi + \mathbf{I}_A (R_A + jX_S)$$

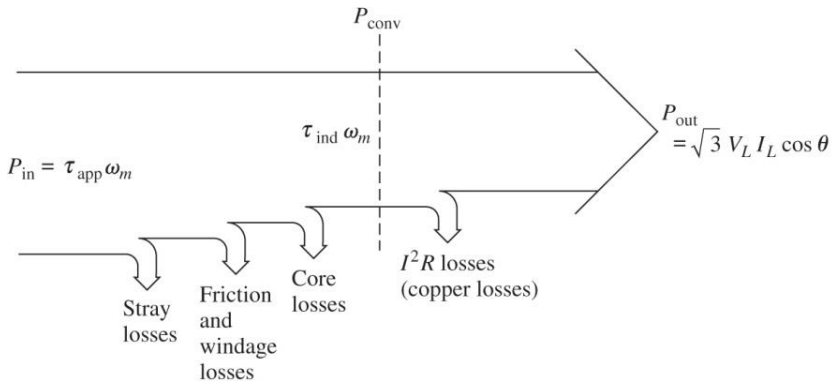
## Por Fase:



# Diagrama Fasorial do Gerador para as Cargas: Resistiva, Indutiva e Capacitiva

- Desenvolvimento no Quadro

# Perdas de potência no Gerador



- Desenvolvimento no Quadro

- Potência de Saída:

$$I_A \cos(\theta) = \frac{E_A \sin(\delta)}{X_S}$$

$$P_{CONV} \approx P_{OUT} = \frac{3V\phi E_A \sin(\delta)}{X_S}$$

- Torque:

$$\tau_{ind} = \frac{3V\phi E_A \sin(\delta)}{\omega_m X_S}$$

- Desenvolvimento no Quadro

Um gerador síncrono de 200 kVA, 480V, 50 HZ, ligado em estrela e com uma corrente nominal de campo de 5 A foi submetido a ensaios, tendo-se obtido os seguintes dados:

- 1 – Para  $I_F$  nominal,  $V_T$  foi medida como sendo 540 V.
  - 2 – Para  $I_F$  nominal,  $I$  de curto foi medida como sendo 300 A.
  - 3 – Quando uma tensão contínua de 10 V foi aplicada a 2 dos terminais, uma corrente de 25 A foi medida.
- Encontre os valores de:
    - a) Resistência de Armadura
    - b) Reatância Síncrona

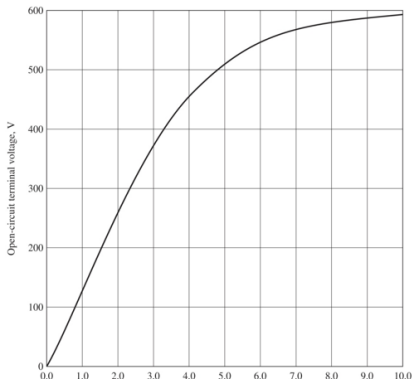


- Desenvolvimento no Quadro

- Um turbogerador de 10000 kVA, trifásico, conectado em estrela, de dois polos, 60 HZ, 13800 V (linha) com resistência do enrolamento de armadura de  $0,07 \Omega$ , por fase, e a reatância de dispersão do enrolamento de armadura de  $1,9 \Omega$  por fase. Calcule  $E_a$  para quando a corrente de armadura nominal é entregue a uma carga equilibrada trifásica com  $F_p = 0,8$  atrasado.

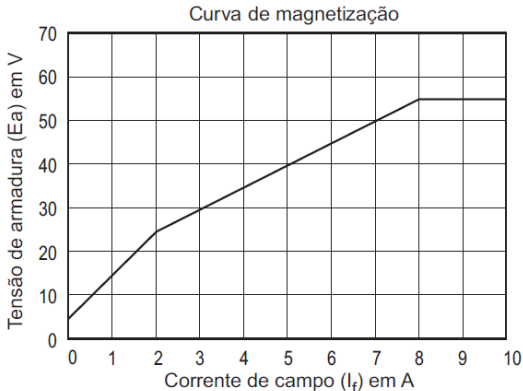
## Exemplo 4 – Gerador Operando Isolado

- Um gerador síncrono de 480V, 60HZ, ligado em delta e de quatro polos tem a CAV mostrada na figura a seguir. Esse gerador tem uma reatância síncrona de  $0,1 \Omega$  e uma resistência de armadura de  $0,015 \Omega$ . A plena carga, a máquina fornece 1200 A com FP 0,8 atrasado. Em condições de plena carga, as perdas por atrito e ventilação são 40 kW e as perdas no núcleo são 30 kW. Ignore as perdas no circuito de campo.



- a) Qual a velocidade de rotação desse gerador?
- b) Quanta corrente de campo deve ser fornecido ao gerador para que a tensão de terminal seja de 480 V a vazio?.
- c) Se o gerador for ligado a uma carga que solicita 1200 A com FP 0,8 atrasado, quanta corrente de campo será necessária para manter a tensão de terminal em 480 V?.
- d) Quanta potência o gerador está fornecendo agora?. Quanta potência é fornecida ao gerador pela máquina motriz?. Qual é a eficiência total dessa máquina?.
- e) Se a carga do gerador for repentinamente desligada da linha, que acontecerá à sua tensão de terminal?.
- f) Finalmente, suponha que o gerador seja ligado a uma carga que solicita 1200 A com FP de 0,8 adiantado. Quanta corrente de campo será necessária para manter  $V_{Tt}$  em 480 V?.

- 1) (20 pontos) A Figura 2 apresenta a curva de magnetização de um gerador síncrono. O enrolamento de campo desse gerador possui resistência de  $5 \Omega$ , resistência esta que é capaz de dissipar uma potência máxima de 245 W. A máxima tensão de armadura que o gerador pode produzir, em Volts, é?



2) (10 pontos) Quando geradores síncronos são usados para suprir potência reativa, o reativo capacitivo da máquina será produzido por: (Assinale a alternativa correta abaixo).

- A) Aumento do conjugado motriz aplicado no eixo do gerador
- B) Redução da corrente de excitação aplicada ao rotor
- C) Potência reativa que independe da excitação da máquina
- D) Diminuição do conjugado motriz aplicado no eixo da máquina.
- E) Aumento da corrente de excitação aplicada ao rotor.

3) (20 pontos) A tensão interna gerada EA de um gerador síncrono trifásico ligada em delta, 60hz e 2 polos é 14,4 kV e a tensão de terminal VT é 12,8 kV. A reatância síncrona dessa máquina é  $2 \Omega$  e a resistência de armadura pode ser ignorada.

a) Se o ângulo de conjugado do gerador for  $25^\circ$ , quanta potência será fornecida por esse gerador?.

b) Qual é o fator de potência do gerador?.

c) Desenhe o diagrama fasorial nessas circunstâncias.

4) (20 pontos) Um gerador síncrono de 250kVA, 480V, 50 hZ, ligado em Y e com uma corrente nominal de campo de 5A, foi submetido a ensaios, tendo-se obtido os seguintes dados:

- Para a corrente de campo nominal, a tensão no terminal foi medida como sendo 600 V.
- Para corrente de campo nominal, a corrente de curto circuito foi encontrada como sendo 330 A.
- Quando uma tensão CC de 15 V foi aplicada a 2 dos terminais, uma corrente de 27 A foi medida.

Encontre os valores da Resistência de Armadura e da Reatância Síncrona.



5) (30 pontos) Um gerador síncrono de 13,8 kV, 44 MVA, fator de potência de 0,8 atrasado, 60 Hz, ligado em Y e de quatro polos tem uma reatância síncrona de  $3 \Omega$  e uma resistência de armadura de  $0,4 \Omega$ . O circuito de campo tem uma tensão CC de 130 V e a  $I_F$  máxima é 10A. A corrente do circuito de campo é ajustável no intervalo de 0 a 10 A. A CAV desse gerador está mostrada na Figura abaixo.

a) Qual é o valor da corrente de campo necessário para tornar a tensão de terminal VT (ou tensão de linha VL) igual a 13,8 kV, quando o gerador está funcionando nas condições nominais?.

b) Qual é o valor da tensão gerada interna EA quando o gerador está funcionando nas condições nominais?.

c) Qual é a tensão de fase desse gerador em condições nominais?.

Característica a vazio

5)

