UNICAMP

FEEC

XXIV SNPTEE

Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica

MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CARGA PARA DETERMINÇÃO DE PARÂMETROS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS DE POLOS LISOS PELO MÉTODO DA REJEIÇÃO DE CARGA

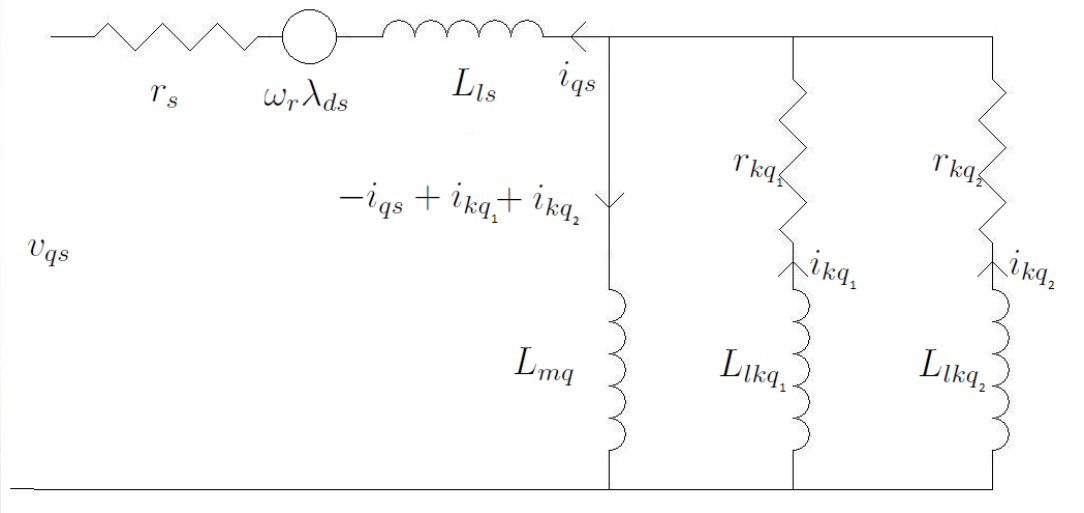
GPT/Prof. Dr. Mateus Giesbrecht

SUMÁRIO

- Modelo de eixo q de máquinas síncronas de polos lisos (turbogeradores)
- Determinação de parâmetros de eixo q
- Método proposto
- Simulações e resultados
- Conclusões e trabalhos futuros

Modelo de eixo q de MS de polos lisos

- Modelo por fase
- Variações de fluxo em:
  - Enrolamento do estator
  - Aço do rotor
  - Enrolamento amortecedor



Modelo de eixo q de MS de polos lisos

- Período subtransitório:
  - Os três ramos do circuito estão sob variação de fluxo
  - Impedância dos três ramos em paralelo
  - Reatância equivalente: subtransitória de eixo em quadratura (**X”q**)
- Período transitório
  - Apenas dois ramos estão sob variação de fluxo
  - Impedância de dois ramos em paralelo
  - Reatância equivalente: transitória de eixo em quadratura (**X’q**)
- Regime permanente
  - Variação de fluxo apenas no estator
  - Reatância equivalente: síncrona de eixo em quadratura (**Xq**)

Determinação de parâmetros de eixo q

- Curto-circuito brusco:
  - Não aplicável
- Ensaios de determinação de resposta em frequência:
  - Rotor estacionário com eixo d alinhado a uma das fases do estator
  - Gerador de sinais acoplado a terminais da máquina
  - Resposta em frequência em outros enrolamentos é medida
  - Desvantagens significativas

Determinação de parâmetros de eixo q

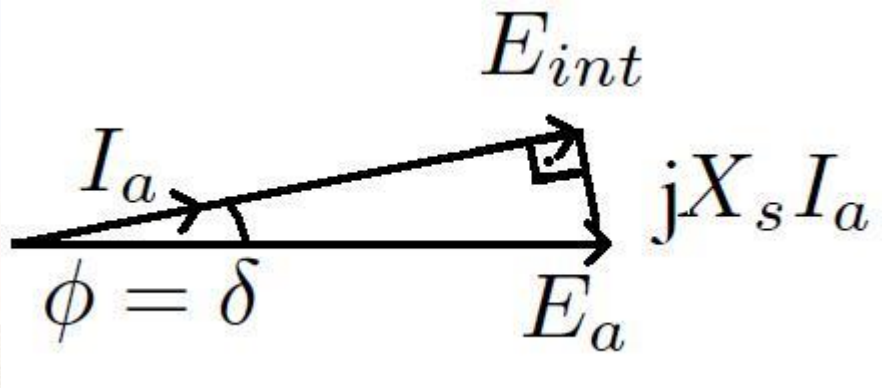
- Ensaio de rejeição de carga: procedimento
  - Máquina opera na condição de regime com corrente apenas no eixo q:
    - Condição obtida por tentativa e erro.
    - Condição obtida por medição do ângulo de carga.
  - Conexão entre máquina e rede é aberta.
  - Formas de onda de tensão após a abertura são coletadas.
  - Com formas de onda de tensão e corrente pré-falta se calculam os parâmetros de eixo q.

- **Objetivo do trabalho**: Determinação da condição de operação em regime com corrente apenas no eixo q <u>sem necessidade de tentativa e erro ou medição do ângulo de carga.</u>

Método proposto

- Máquina controlada por:
  - Regulador de velocidade (P)
  - Regulador de tensão (E_{int})

- Proposta:
  - Determinar P e E_{int} para corrente apenas no eixo q

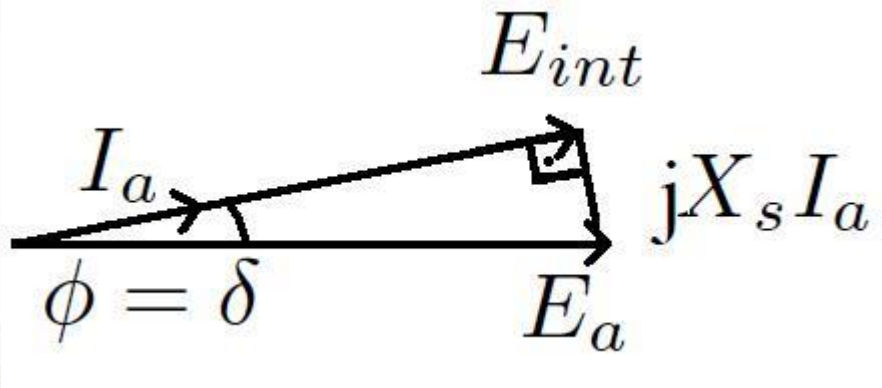


Método proposto

Do diagrama fasorial:

$$|I_a| = \frac{\sqrt{|E_a|^2 - |E_{int}|^2}}{X_s}$$

$$\cos\delta = \cos\phi = \frac{|E_{int}|}{|E_a|}$$



Da definição de potência ativa:

$$P = |E_a||I_a|\cos\phi$$

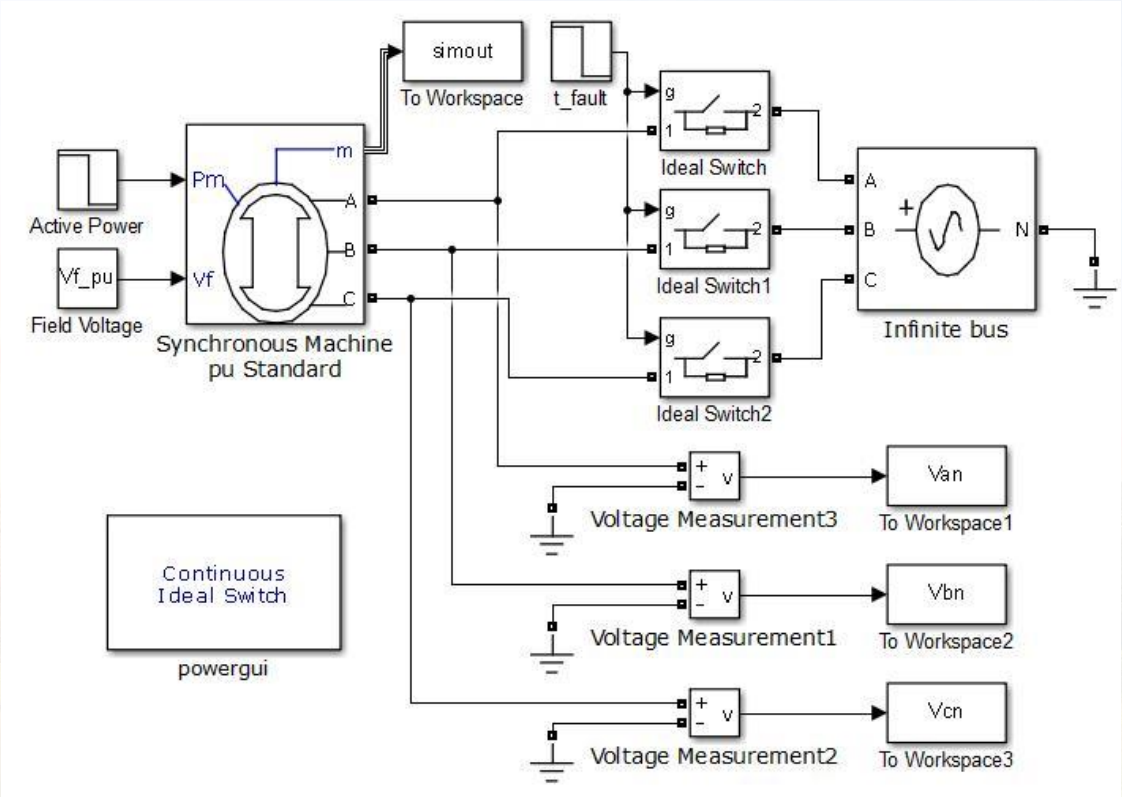
$$P = \frac{|E_{int}|}{X_s}\sqrt{|E_a|^2 - |E_{int}|^2}$$

Método proposto

$$P = \frac{|E_{int}|}{X_s}\sqrt{|E_a|^2 - |E_{int}|^2}$$

- E_a: medida nos terminais da máquina.
- X_s: determinada nos ensaios em vazio e em curto.
- Dado E_{int}, determina-se P que satisfaz a equação acima.
- Ajustando os reguladores de tensão e velocidade para o par P, E_{int} determinado, se tem a condição de carga para rejeição de eixo q.
- Não há necessidade de medição de ângulo de carga ou tentativa e erro!

Simulações e resultados



Simulações e resultados

Parâmetros da máquina simulada

X_s	X'_d	X''_d	X_q	X'_q	X''_q	T'_{do}	T''_{do}	T'_q	T''_q	R_a
1.81 pu	0.3 pu	0.23 pu	1.81 pu	0.65 pu	0.25 pu	8s	0.03s	0.3371s	0.0295s	0.00372 pu

Casos simulados

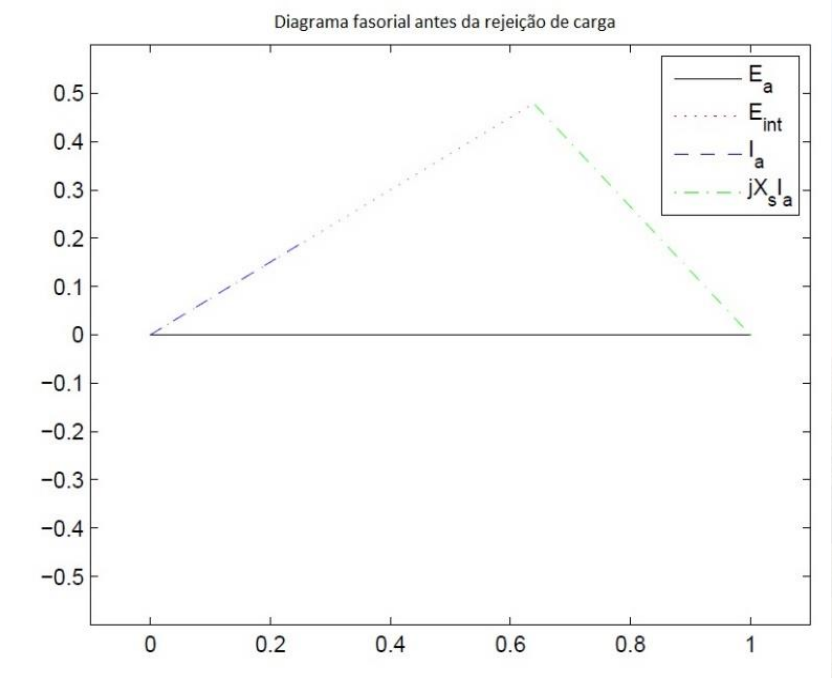
Caso	$\lvert E_{int}\rvert$ [pu]	P [pu]	$\lvert E_a\rvert$ [pu]
1	0.80	0.2652	1.00
2	0.75	0.2208	0.92
3	0.75	0.3220	1.08

Simulações e resultados

Ângulos medidos antes da rejeição de carga

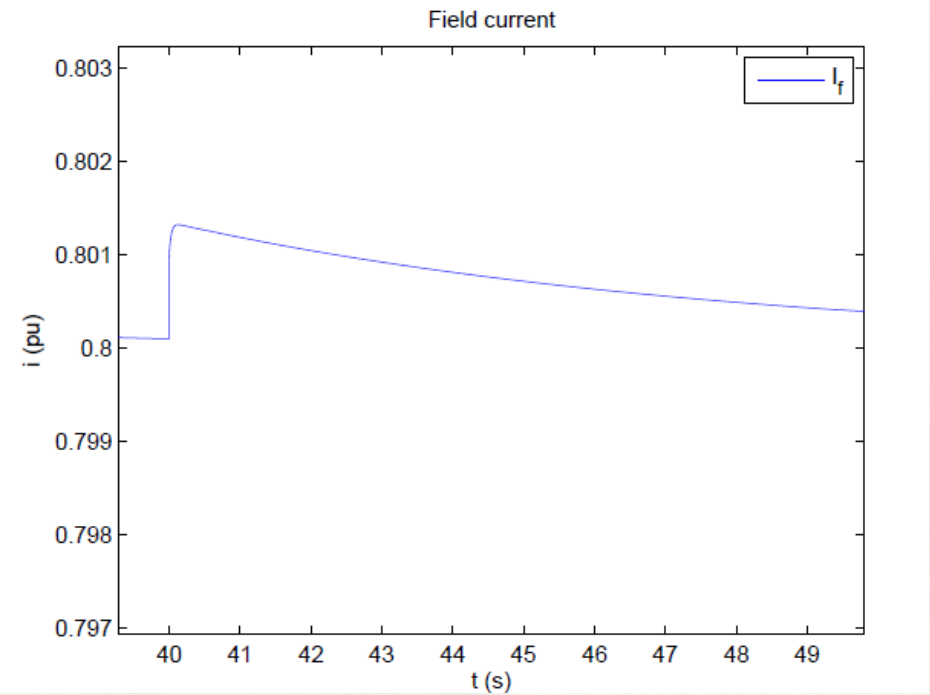
Caso	δ	Φ
1	36.85º	37.00º
2	35.38º	35.53º
3	45.89º	46.06º

Diagrama fasorial – caso 1



Simulações e resultados

Variação da corrente de campo durante a rejeição



Conclusões e trabalhos futuros

- Conclusões:
  - Método proposto levou à condição de carga desejada.
  - Não foram necessárias tentativa e erro ou medição do ângulo de carga.
  - A partir dos resultados é possível determinar os parâmetros de eixo q pelo método da rejeição de carga.
  - Método recomendável para grandes unidades geradoras.
- Trabalhos futuros:
  - Realização de ensaios em turbogeradores reais.

XXIV SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica

Prof. Dr. Mateus Giesbrecht

(19) 3521-3877

(19) 98339-0083

mateus@fee.unicamp.br

www.fee.unicamp.br