

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

Trabalho 1 de SEL0537 (Prof. Rodrigo Ramos)  
Dinâmica e Controle de Sistemas de Energia Elétrica

Data limite para entrega: 26/10/2020

Valor: Até 2,0 pontos na nota final da disciplina

**Enunciado**

O objetivo deste trabalho é que todos os alunos adquiram um entendimento básico do processo de modelagem fasorial de máquinas síncronas para estudos de estabilidade de sistemas elétricos de potência.

Em grupos formados por no máximo 3 integrantes (de acordo com a definição a ser entregue na aula de 05/10), os alunos deverão produzir relatórios sobre os seguintes temas:

- a) Discussão sobre as definições de referência fixa ao estator, referência girante (síncrona), referência girante nos eixos abc e referência girante nos eixos  $0dq$ ;
- b) Discussão sobre a transformação de Park e a passagem das equações elétricas da máquina do referencial  $0dq$  para o referencial abc;
- c) Discussão sobre a validade da hipótese de desprezar os efeitos dos enrolamentos amortecedores para modelagem de fenômenos que ocorrem no período transitório;
- d) Discussão sobre a obtenção dos parâmetros  $L'd$  (indutância transitória de eixo direto) e  $T'do$  (constante de tempo de circuito aberto transitória de eixo direto) e sobre os respectivos testes para a obtenção de tais parâmetros;
- e) Discussão sobre os conceitos de simulação no domínio do tempo versus simulação fasorial e sobre como esses conceitos se relacionam com as transformações de variáveis do rotor em variáveis equivalentes referidas ao estator;
- f) Discussão sobre a passagem para p.u. das variáveis equivalentes referidas ao estator e sobre a escolha das respectivas quantidades de base;
- g) Discussão sobre a consideração de  $x'd = x'q$  para representação do circuito equivalente da máquina síncrona;
- h) Discussão sobre as hipóteses envolvidas na representação da potência elétrica pelo produto  $E'q \cdot Iq$  no modelo fasorial de máquina síncrona;
- i) Discussão sobre a hipótese de desprezar as tensões transformatórias em relação às tensões rotacionais e suas implicações para o equacionamento dos circuitos de estator no referencial  $0dq$ ;
- j) Discussão dos diagramas vetoriais da máquina síncrona de polos salientes e das relações das variáveis da barra terminal com as variáveis do entreferro;
- k) Descrição do modelo ST1A de regulador de tensão e discussão das simplificações necessárias para representação do regulador por um modelo de 1ª ordem;

Para os dez primeiros temas, a bibliografia sugerida é a apostila de modelagem de máquinas disponibilizada no e-Disciplinas com complementação da bibliografia contida nesta apostila. Para o tema j), sugere-se a utilização dos itens [4] e [7] constantes da bibliografia do curso.

Cada grupo deverá escolher um dos temas definidos de forma que cada um dos 11 temas seja abordado por um grupo diferente.

Os relatórios deverão conter a seguinte estrutura:

- i) Conteúdo relacionado ao tema escolhido (Peso 7)
- ii) Breve resumo de como todos os demais temas se relacionam com o tema escolhido (Peso 3)

Para a realização do item ii) os alunos deverão trocar as versões digitais dos relatórios entre os grupos e o texto deste item poderá ser o mesmo em todos os relatórios. Os relatórios finais de cada grupo deverão ser entregues em formato PDF e o procedimento para entrega será combinado entre o professor e os alunos.