

1 Introdução

Sejam bem vindos à disciplina PEA – 2509 – Laboratório de Automação de Sistemas Elétricos. O curso é organizado em dois módulos, sendo o primeiro a respeito de Sistemas de Automação de Subestações (SAS), e o segundo a respeito de Sistemas de Automação Industrial (SAIN).

O curso é ministrado através de aulas teóricas e práticas, onde são empregados conceitos, instrumentos e tecnologias do estado da arte da automação de sistemas elétricos.

O canal de comunicação dos professores com os alunos será o ambiente do eDisciplinas, disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=50942>, denominado “PEA2509 - Laboratório de Automação de Sistemas Elétricos (Ed. 2017)”.

Todos os materiais didáticos, guias de laboratório e instruções sobre as aulas serão disponibilizadas nesse local. Fique atento para acessar a página correta, da Edição 2017 da disciplina (PEA2509-2017).

1.1 Turmas e locais

Existem de duas a três turmas de alunos matriculados. Os alunos dessas respectivas turmas devem se associar em grupos para a execução das atividades do primeiro módulo (SAS), com um número equilibrado de integrantes, com no mínimo 9 e no máximo 11 alunos. Posteriormente os alunos se reorganizam em novos grupos para o segundo módulo (SAIN), em grupos de até 3 integrantes.

Durante o primeiro módulo (SAS), as aulas de laboratório serão ministradas na sala A1-18 (L•PROT). No segundo módulo (SAIN), as aulas de laboratório serão conduzidas na sala A1-41.

Quando necessário, e conforme orientações enviadas pelo ambiente do eDisciplinas, as aulas de teoria ou as preleções teóricas de algumas experiências serão ministradas em locais específicos, como na sala AN-20 do Anexo do PEA, no galpão didático na sala GD-03 ou na sala Energia.

A aula magna do módulo de Automação de Subestações é ministrada na primeira semana de aula pelo Prof. Dr. Eduardo Cesar Senger na sala AN-20 do Anexo do PEA.

1.2 Horários e presença

Sejam nas aulas de teoria quando nas aulas práticas, os horários estabelecidos para as turmas são das 9:20h até as 12:50h. A pontualidade é imprescindível, e a presença é obrigatória.

Não há reposição de aulas ou de experiências práticas.

1.3 Critérios de avaliação e aprovação

A avaliação da disciplina é constituída pela seguinte equação:

$$M = 0,9 * (P_{SAS} + P_{SAIN}) + 0,1 * AT$$

Onde P_{SAS} e P_{SAIN} são as notas relativas à avaliação dos alunos em cada um dos módulos da disciplina, e AT é a média das notas dos testinhos e relatórios entregues ao longo do semestre na disciplina. As notas P_{SAS} , P_{SAIN} e AT são de zero a dez.

A nota P_{SAS} é constituída pela seguinte equação:

$$P_{SAS} = \frac{NR_{SAS} + AOI}{2}$$

Onde NR_{SAS} é a nota de cada subgrupo de alunos a respeito do relatório das atividades do módulo SAS, e AOI é a nota de uma avaliação oral, individual, realizada em data próxima à semana de provas P1 do PEA, a ser agendada com os alunos. As notas NR_{SAS} e AOI são de zero a dez. Caso o aluno não participe de nenhum subgrupo no Módulo SAS, sua nota de relatório NR_{SAS} será ZERO.

A nota P_{SAIN} é referente a uma prova discursiva, individual, realizada durante a semana de provas P2 do PEA.

O critério de aprovação é $M \geq 5,0$.

2 Módulo SAS

Nesse módulo, os alunos serão envolvidos no projeto, implantação e testes de um Sistema de Automação de Subestação (SAS) para uma grande planta petroquímica.

Os alunos terão contato com os mais modernos conceitos de proteção e automação de sistemas elétricos de potência segundo os preceitos da norma IEC 61850 (*Communication Networks and Systems in Substations*), que envolvem:

- IED's (*Intelligent Electronic Devices*) e outros equipamentos constituintes dos sistemas de automação e proteção;
- Topologias de redes Ethernet de comunicação de dados;
- Sistemas computacionais de supervisão e controle, e;
- Dispositivos, metodologias e ferramentas, para testes, ensaios e depuração do funcionamento desses sistemas de automação.

A programação detalhada das atividades para esse Módulo é mostrada adiante nesse documento.

O sistema que será desenvolvido é constituído por duas subestações, cada uma com um conjunto de equipamentos e tecnologias que serão ajustadas e comissionadas pelos alunos, segundo uma especificação funcional dos sistemas de automação e proteção pretendidos. A atividade desse módulo consiste nas seguintes etapas:

- Aula magna, com os conceitos básicos, a especificação do sistema e uma introdução ao estudo de curto-circuito da planta da subestação. Os alunos devem realizar uma tarefa para a aula seguinte.
- Aula de *Hands-On* no L•PROT, com preleção teórica sobre a tecnologia e equipamentos utilizados (feita em sala de aula), seguida por uma capacitação e experiência prática com os dispositivos no L•PROT.
- Avaliação on-line no eDisciplinas (testinho) sobre as tecnologias que serão utilizadas.
- Divisão dos grupos e subgrupos para esse primeiro módulo.
- Entrega, por cada subgrupo, do relatório de estudo de correntes de curto-circuito e definição de TPs e TCs de sua subestação.
- Atividades em grupo no L•PROT.
- Entrega, por cada subgrupo, do relatório final de implantação, testes e comissionamento do sistema de automação de subestações.
- Avaliação individual e arguição de cada subgrupo sobre os conceitos desenvolvidos nesse Módulo.

A partir da aula *Hands-On* de capacitação, os alunos deverão ser divididos em até 4 grandes grupos (A, B, C e D). Cada grupo será dividido em dois subgrupos (A1 e A2, B1 e B2, C1 e C2, D1 e D2), cada um com cerca de 5 integrantes. Cada subgrupo será responsável pela implementação e testes de uma das duas subestações do complexo petroquímico, trabalhando em conjunto com o outro subgrupo nas dependências do L•PROT.

Um representante de sala deve se encarregar de preencher e enviar aos profs. coordenadores da disciplina, uma planilha com o nome dos alunos dos grupos e subgrupos que farão a atividade programada no L•PROT até a data da semana de *Hands-On*. Um modelo dessa planilha pode ser obtido no eDisciplinas. Esse cadastro também poderá ser feito diretamente no eDisciplinas, em tarefa específica do Módulo SAS.

As atividades de cada grupo A, B, C e D serão conduzida durante uma semana inteira, de forma exclusiva para cada grupo, em horários pré-agendados com o Eng. do L•PROT, Leonardo Ramos (leoramosp @ gmail.com). Estima-se que a realização dessa atividade irá demandar de cada par de subgrupos em torno de 12 a 16 horas. Os alunos dos grupos deverão estar sempre acompanhados no laboratório pelo Eng. Leonardo.

Ao final, cada subgrupo deve entregar um relatório contendo os resultados e análises realizadas sobre o sistema de automação criado. É importante frisar que enquanto um grupo aguarda a sua semana de uso do L•PROT, ele deve adiantar as tarefas de preparação de seu relatório do Módulo, obtendo os materiais e bibliografias para a introdução teórica, discussão dos métodos e preparação para a análise de resultados.

O relatório será avaliado e em seguida, os alunos deverão realizar uma avaliação oral individual sobre as atividades realizadas e do conteúdo do relatório entregue. A avaliação oral será feita em horário marcado, com a presença obrigatória de todos os elementos de cada subgrupo.

Atenção: O relatório deverá conter os elementos citados no documento apresentado pelos professores na primeira aula teórica desse módulo.

Atenção: Fique atento aos prazos e datas de entrega, além das comunicações para o agendamento das avaliações individuais via eDisciplinas.

3 Módulo SAIN

No Módulo de Sistemas de Automação Industrial (SAIN), os alunos serão envolvidos no projeto, implantação e testes de vários tipos de sistemas de automação aplicados na indústria. Os alunos terão contato com os mais modernos conceitos de automação de sistemas industriais, envolvendo:

- PAC's (Controladores Programáveis de Automação – *Programmable Automation Controllers*) e outros equipamentos constituintes dos sistemas de automação industrial contemporâneos, como sensores, atuadores e acionamentos eletrônicos;
- Conceitos de programação e desenvolvimento de algoritmos de automação e controle, utilizando os conceitos da norma IEC 61131-3;
- Topologias de redes Ethernet de comunicação de dados, e;
- Sistemas computacionais de supervisão e controle.

A programação das atividades para esse Módulo pode ser vista em detalhes adiante nesse documento.

Nesta etapa, os alunos voltam a integrar as turmas oficiais em que estão matriculados no Sistema Júpiter da Universidade. Conforme orientação dos professores, os alunos deverão comparecer na sala de aula para uma preleção teórica, seguida por uma experiência prática, em grupo, no laboratório da sala A1-18. As atividades que serão desenvolvidas nesse Módulo compreendem:

- Aula magna da teoria de Controladores Programáveis e linguagens da IEC 61131-3.
- Familiarização com os *softwares* de engenharia e projeto.
- Experiência 1 – Familiarização com Controlador Programável.
- Experiência 2 – versão 1 – Automação de Esteira Transportadora com acionamento direto.
- Experiência 2 – versão 2 – Automação de Esteira Transportadora com inversor.
- Experiência 3 - Automação de Reator Químico.
- Experiência 4 - Sistema Supervisório de Reator Químico.

As atividades de teoria e prática são amparadas por apostilas e guias de laboratório e outras referências para consulta. Tais materiais são disponibilizados no eDisciplinas.

Ao longo desse Módulo são propostos exercícios para resolução, além das atividades de projeto de cada experiência prática. Os exercícios e experiências propostos devem ser realizados em grupo, com até 3 alunos, e os relatórios e materiais desenvolvidos devem ser entregues em meio eletrônico, no prazo estipulado, no eDisciplinas .

Atenção: Toda a experiência de laboratório requer que os grupos de alunos também submetam, via Moodle, os arquivos com os projetos para a programação do Controlador Programável de Automação (PAC), do PanelView, etc. Para isso, os grupos de alunos devem se organizar para realizar a preparação desses arquivos, previamente, nos computadores da Sala Energia do PEA, onde estão instalados os *softwares* de engenharia e projeto.

4 Programação de atividades

Ao longo do semestre, as atividades estão programadas para cada uma das semanas letivas (S) como mostrado na Tabela I.

Módulo	Datas, Turmas ou Grupos	Semana	Atividade	Professor e Local	
SAS	Agosto	07, 09 e 11/08 T1, T2 e T3	S1	Aula magna de Sistema de Proteção/Automação de Rede Elétrica de uma Planta Petroquímica – Aula teórica	Senger Sala AN-10
		14, 16 e 18/08 T1, T2 e T3	S2	IEDs e infra-estrutura do laboratório – Hands On no L•PROT	Pellini L•PROT A1-18
		21 a 25/08 (toda a semana) Grupo A	S3	Sistema de Proteção/Automação de Rede Elétrica de uma Planta Petroquímica – Laboratório L•PROT com Grupo A (SGA1 + SGA2)	Eng. Leonardo L•Prot A1-18
		28/08 a 01/09 (toda a semana) Grupo B	S4	Sistema de Proteção/Automação de Rede Elétrica de uma Planta Petroquímica – Laboratório L•PROT com Grupo B (SGB1 + SGB2)	Eng. Leonardo L•Prot A1-18
	Setembro	05/09 – 09/09		Semana da Pátria – não haverá aula	
		11 a 15/09 (toda a semana) Grupo C	S5	Sistema de Proteção/Automação de Rede Elétrica de uma Planta Petroquímica – Laboratório L•PROT com Grupo C (SGC1 + SGC2)	Eng. Leonardo L•Prot A1-18
		18 a 22/09 (toda a semana) Grupo D	S6	Sistema de Proteção/Automação de Rede Elétrica de uma Planta Petroquímica – Laboratório L•PROT com Grupo D (SGD1 + SGD2)	Eng. Leonardo L•Prot A1-18
		25 a 29/09 T1, T2, T3	S7	Semana de Provas P1 do PEA. Não haverá aula.	
	Outubro	02, 04 e 06/10 T1, T2 e T3	S8	Semana para finalização dos relatórios – não haverá aula. Atenção para a data de entrega dos relatórios que será anunciada no eDisciplinas!!! Alunos devem marcar a data e horário para avaliação e arguição do subgrupo no eDisciplinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega via eDisciplinas • Reserva de horários para avaliação no eDisciplinas.
		9/10 a 11/10 Subgrupos	S9	Avaliação oral dos relatórios SAS Cada subgrupo de alunos (SGA1, SGA2, SGB1, SGB2, SGC1, SGC2, SGD1, SGD2) deve comparecer no dia e horário marcados para de avaliação.	Senger/Pellini Milana Sala A2-14

Módulo	Datas, Turmas ou Grupos	Semana	Atividade	Professor e Local	
SAIN	Subgrupos	16, 18 e 20/10	S10	Aula magna de Controladores Programáveis e Linguagens IEC 61131 – Aula Teórica	Sérgio Pereira Sala AN-10
		23, 25 e 27/10	S11	Familiarização com o Software RSLogix – Hands on na Sala Energia	Pellini Sala Energia
	Novembro	T1: 30/10 T2: 01/11 T3: 10/11	S12	Familiarização com o Controlador Programável – Hands on no Laboratório A1-41	Senger Lab. A1-41
		T1: 06/11 T2: 08/11 T3: 17/11	S13	Automação de Esteira Transportadora Estrela-Triângulo (versão 1 da Esteira)	Senger / Pellini / Milana Lab. A1-41
		T1: 13/11 T2: 22/11 T3: 24/11	S14	Automação de Esteira Transportadora com Inversor (versão 2 da Esteira)	Senger / Pellini / Milana Lab. A1-41
		27 e 29/11 e 01/12 T1, T2, T3	S15	Automação de Reator Químico	Pellini / Milana Lab. A1-41
	Dezembro	04, 06 e 08/12 T1, T2, T3	S16	Sistema Supervisório para Reator Químico	Pellini / Milana Lab. A1-41
		11/12 – 15/12 Todos os alunos	S17	Prova 2 (dia e horário a definir)	Sala a definir
		18/12 – 22/12	S18	Prova Sub (dia e horário a definir)	Sala a definir