



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PTC3418 – Laboratório de Automação

LAB3

Controle de Processo Industrial

Roteiro

Guia de realização do Experimento

Sumário

1	Resumo executivo.....	3
2	Checklist.....	3
2.1	Programas.....	4
2.2	Máquinas virtuais.....	5
2.3	Arquivos.....	6
2.4	Documentos.....	6
2.5	Vídeos.....	7
3	Roteiro.....	8

1 Resumo executivo

Este documento apresenta o roteiro de tarefas para a realização do experimento LAB3 – Controle de Processo Industrial.

O objetivo do experimento é implementar um sistema de automação industrial relativamente realista em um ambiente virtual, incluindo um controlador e um sistema supervisório que serão utilizados para controlar uma planta industrial simulada através do protocolo Modbus.

2 Checklist

Relação de arquivos, programas, documentos e vídeos disponíveis.

A princípio, todo este material deve ser lido, assistido ou utilizado para a realização do experimento.

Complemente este material conforme suas necessidades: consulte sites dos fornecedores, vídeos do YouTube, livros, artigos, etc.

2.1 Programas

Lista de programas a serem instalados. Todos estão disponíveis para o ambiente Windows e esta é a plataforma recomendada. Usuários de Mac e Linux podem instalar a máquina virtual Windows disponibilizada, que já vem com os programas pré-instalados.

Programa	Link	Comentário
VirtualBox	página de download	(NECESSÁRIO) Para Windows, Mac, Linux O hipervisor que será utilizado para executar as máquinas virtuais Linux com a planta simulada, o controlador e o servidor SCADA.
VirtualBox Ext. Pack	extension pack	(OPCIONAL) Para Windows, Mac, Linux Pacote de extensão do VirtualBox para incrementar a integração com o sistema operacional do hospedeiro (e.g. copy+paste, suporte a USB, escalonamento de gráficos). As máquinas virtuais Linux não fazem uso deste pacote, mas ele é recomendado para a máquina virtual Windows.
Rapid SCADA	instalador	(NECESSÁRIO) Para Windows, Linux (não recomendado) Pacote para configuração e programação do sistema supervisório. Para ser usado em conjunto com a máquina virtual do servidor SCADA. OBS. Instale somente as “Development Tools”. Veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”
OpenPLC	instalador	(NECESSÁRIO) Para Windows, Linux (não recomendado) Pacote para configuração e programação do controlador. Para ser usado em conjunto com a máquina virtual do controlador. OBS. Execute “Update OpenPLC Editor” imediatamente após a instalação. Veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”.
Radzio! Modbus	programa	(RECOMENDADO) Para Windows O “Radzio! Modbus Master Simulator” é um cliente Modbus, útil para testes e monitoração dos servidores Modbus do simulador da planta e do controlador.
PuTTY	página de instalação	(OPCIONAL) Para Windows (Mac e Linux já possuem soluções nativas) O PuTTY é um cliente SSH e Telnet, que permite abrir terminais remotos para as máquinas virtuais. É mais conveniente acessar o sistema operacional das máquinas virtuais a partir de um terminal do que da tela principal do VirtualBox, pois o PuTTY tem uma interface com o usuário melhor (permite copy+paste, rolagem do terminal, mudança das fontes de caracteres, etc.).

2.2 Máquinas virtuais

Lista de máquinas virtuais para a implementação do sistema de controle do processo industrial. A plataforma de virtualização utilizada é o VirtualBox.

Máquina Virtual	Link	Comentário
Simulador da Planta	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Para VirtualBox. Veja o documento “UAAA – Simulador da Planta”. Implementa o simulador da planta em tempo real e o módulo de E/S Remota. Máquina Virtual Linux Debian com endereço IP 10.0.0.10. Servidor Modbus na porta 1502. Acessar via terminal
Controlador	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Para VirtualBox. Veja o documento “UAAA – Controlador”. Implementa o módulo runtime do OpenPLC Máquina virtual Linux Debian com endereço IP 10.0.0.20. Servidor Modbus na porta 502. OBS. Usar em conjunto com o aplicativo “OpenPLC Editor”
Servidor SCADA	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Para VirtualBox. Veja o documento “UAAA – Servidor SCADA”. Implementa o servidor SCADA Máquina virtual Linux Debian com endereço IP 10.0.0.30. OBS. Usar em conjunto com o aplicativo “Administrator” (“Development Tools” do Rapid SCADA).
Windows LTS	(solicite ao professor)	(OPCIONAL) Para VirtualBox com o extension pack instalado. Veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”. Máquina virtual Windows 10 LTS com os aplicativos OpenPLC, Rapid SCADA, Radzio! E PuTTY pré-instalados. OBS. Recomendado apenas para usuários de Mac e Linux. Usuários de Windows estarão melhor servidos instalando os aplicativos diretamente no computador. OBS. Esta máquina virtual deve ser conectada à mesma rede virtual que as máquinas virtuais Linux.

2.3 Arquivos

Lista de arquivos de dados para a implementação do sistema de controle do processo industrial.

Máquina Virtual	Link	Comentário
Template Controlador	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Abrir com o aplicativo “OpenPLC Editor” Template básico para programação do controlador. Veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”.
Template SCADA	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Abrir com aplicativo “Administrator” do Rapid SCADA. Template básico para configuração do servidor SCADA. Veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”.
Simulador Auxiliar UAAA	arquivo zip	(NECESSÁRIO) Para Matlab/Simulink (várias versões) Simulador auxiliar da planta, para auxiliar no projeto dos controladores. Veja o documento “UAAA – Simulador Auxiliar”.

2.4 Documentos

Lista preliminar de documentação. Consulte o e-disciplinas para eventuais adições e atualizações.

Documento	Link	Comentário
LAB3 – Roteiro – V2022a		(DOCUMENTO PRINCIPAL) O presente documento. Contém as instruções preliminares e o roteiro de tarefas para realização do experimento.
UAAA – Memorial Descritivo – V2021a	arquivo pdf	Contém a descrição da planta a ser controlada (UAAA – Unidade de Aquecimento de Água de Alimentação), dos requisitos operacionais e de controle e da arquitetura do sistema.
UAAA – Simulador da Planta – V2021a	arquivo pdf	Contém as instruções para instalação e operação da máquina virtual com o simulador da planta.
UAAA – Controlador – V2021a	arquivo pdf	Contém as instruções para instalação e operação da máquina virtual com o controlador.
UAAA – Servidor SCADA – V2021a	arquivo pdf	Contém as instruções para instalação e operação da máquina virtual com o servidor SCADA.
UAAA – Aplicativos de Programação – V2021a	arquivo pdf	Contém as instruções para instalação e configuração inicial dos aplicativos de programação do controlador e do servidor SCADA.
UAAA – Simulador Auxiliar – V2021a	arquivo pdf	Contém a descrição e instruções para instalação e operação do simulador auxiliar da planta. OBS. Este simulador serve para auxiliar o projeto do sistema de controle. O simulador da planta incluído na máquina virtual se destina a reproduzir o comportamento da planta em tempo real.

2.5 Vídeos

Lista de vídeos relacionados.

Note que estes vídeos podem apresentar informações importantes e procedimentos práticos não incluídos na documentação impressa.

Vídeo	Link	Comentário
PTC3418 – LAB3 – Introdução à UAAA	e-aulas	Videoaula baseada no documento “UAAA – Memorial Descritivo”. Serve como introdução ao experimento.
PTC3418 – LAB3 – Simulador Auxiliar	e-aulas	Videoaula apresentando o simulador auxiliar da planta.
PTC3418 – LAB3 – Instalação e Configuração	e-aulas	Videoaula sobre o procedimento de instalação, configuração e teste do ambiente.
PTC3418 – LAB3 – Protocolo Modbus	e-aulas	Videoaula sobre o protocolo Modbus e sua utilização no experimento.
PTC3418 – LAB3 – Programação dos Templates	e-aulas	Videoaula descrevendo a produção dos templates.

3 Roteiro

Siga a sequência de tarefas relacionadas a seguir para a realização do experimento.

1) Preparação

- a) Leia a documentação, especialmente este roteiro e o documento “UAAA – Memorial Descritivo”;
- b) Veja o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Apresentando a Planta”;
- c) Baixe o “Simulador Auxiliar UAAA” e verifique o seu funcionamento (veja o documento “UAAA – Simulador Auxiliar” e o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Simulador Auxiliar”);
- d) Instale os aplicativos auxiliares “Radzio!” e “PuTTY” (somente para usuários Windows);

2) Instalação e configuração

Consulte também o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Instalação e Configuração”.

- a) Instale o VirtualBox e o VirtualBox Extension Pack (opcional);
- b) Configure a rede virtual host-only 10.0.0.0/24 (veja o documento “UAAA – Simulador da Planta”);
- c) Baixe as seguintes máquinas virtuais e adicione-as ao VirtualBox:
 - i) Simulador da planta (veja o documento “UAAA – Simulador da Planta”);
 - ii) Controlador (veja o documento “UAAA – Controlador”);
 - iii) Servidor SCADA (veja o documento “UAAA – Servidor SCADA”);
 - iv) Windows LTS (somente para usuários Mac e Linux);
- d) Verifique que as máquinas virtuais estejam devidamente conectadas à rede virtual 10.0.0.0/24 e ao seu computador (host) no endereço 10.0.0.40 (veja o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Instalação e Configuração”);
- e) Verifique que a comunicação Modbus entre as máquinas virtuais esteja operacional (veja o vídeo “PTC3418 - LAB3 – Instalação e Configuração” e o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Protocolo Modbus”);
- f) Instale os aplicativos do OpenPLC e do Rapid SCADA (somente para usuários Windows – veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação”);
- g) Baixe os templates “Template Controlador” e “Template SCADA” e abra-os com os aplicativos (veja o documento “UAAA – Aplicativos de Programação” e o vídeo “PTC3418 – LAB3 – Programação dos Templates”);

3) Projeto do controlador

- a) Projete o sistema de controle de acordo com os requisitos operacionais e de arquitetura do documento “UAAA – Memorial Descritivo” e implemente-o na máquina virtual do controlador. Note que o programa de controle deve desempenhar, no mínimo, as seguintes funções:
 - i) Malhas de regulação;
 - ii) Lógicas operacionais;
 - iii) Lógicas de proteção;
 - iv) Comunicação Modbus com o módulo de E/S Remoto (simulador da planta);
 - v) Comunicação Modbus com o servidor SCADA;

4) Projeto do sistema supervisório

- a) Projete um sistema supervisório para o sistema e implemente-o na máquina virtual do servidor SCADA. Note que o sistema supervisório deve, no mínimo, atender aos requisitos abaixo:
 - i) Apresentar uma tela sinótica com a visualização do processo (não reuse a figura da documentação) e todos os sinais de entrada e saída.
 - ii) Apresentar uma tela com os valores de todos os sinais de entrada e saída (conforme já existe no template);
 - iii) Destacar os sinais de alarme produzidos pela planta e pelo controlador;

5) Validação operacional e de desempenho

- a) Opere o sistema completo e integrado (simulador da planta + controlador + servidor SCADA) durante 30 minutos. Use o comando “uaaa_runtime_30min” no simulador da planta para gerar um arquivo de dados;
- b) Demonstre que o sistema obedece aos requisitos e apresenta desempenho adequado. Utilize os dados coletados do simulador da planta, preferivelmente na forma de gráficos, para basear suas conclusões;

6) Produza um relatório de seu projeto, contendo, no mínimo, o seguinte:

- i) Projeto dos controladores, incluindo memorial técnico (e.g. desenvolvimento matemático do projeto de controle), simulações, etc.;
- ii) Documentação do programa de controle, incluindo descrição das lógicas e malhas implementadas e seu funcionamento;
- iii) Documentação do sistema supervisório;
- iv) Resultados obtidos, preferencialmente na forma de gráficos devidamente comentados e explicados;

(OPCIONAL) O sistema supervisório apenas apresenta dados monitorados. Modifique o projeto para que seja possível alterar os setpoints de nível do tanque de alimentação (TAL), temperatura do tanque de alimentação (TAL) e temperatura do tanque de acumulação (TAC) a partir do sistema supervisório.

V2022a (RPM)