**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

**CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**EDUARDO ARAÚJO DE MEDEIROS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA A PLANTA DIDÁTICA DA SMAR**

**NATAL, RN**

**2013**

Eduardo Araújo de Medeiros

**Título**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Orientador (a)**:** Luiz Affonso H Guedes de Oliveira

NATAL, RN

2013

Eduardo Araújo de Medeiros

**Titulo**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, composta pelos seguintes membros.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Profª. D. Sc. Luiz Affonso H Guedes de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Orientador

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_­­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Profª Allan

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Membro

*Primeiramente dedico este trabalho a Deus, por ter me proporcionado força e sabedoria para continuar minha caminhada. Dedico à todos aqueles que acreditaram em mim e também àqueles que estiveram ao meu lado durante toda minha vida, principalmente durante o período da graduação.*

**AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho não seria possível sem a ajuda de algumas pessoas queridas. Por isso, ofereço meus sinceros agradecimentos:

A Deus, por ter me ajudado a concluir este trabalho.

À minha família, por me conceder todo o apoio necessário, pela compreensão e incentivo.

Aos meus amigos, que estiveram sempre por perto.

Ao meu professor orientador, que me auxiliou na elaboração deste trabalho.

A todos aqueles que sempre acreditaram em mim e contribuíram para a realização desta pesquisa.

O sucesso resulta de cem pequenas coisas feitas de forma um pouco melhor. O insucesso, de cem pequenas coisas feitas de forma um pouco pior.

[*Henry Kissinger*](http://pensador.uol.com.br/autor/henry_kissinger/)

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José Alencar

*“Hoje eu estou certo de que nós somos os senhores do nosso destino, de que a tarefa que foi colocada diante de nós não está acima das nossas forças; de que as suas dores e provações não estão acima da nossa resistência. Enquanto tivermos fé na nossa causa e um desejo indestrutível de vencer, a vitória não nos será negada.”*

*Winston Churchill*

“As pessoas pensam que ter foco significa dizer sim para aquilo que você está focando, mas não é assim. Significa dizer não a outra centena de ideias boas que existem”.

**Steve Jobs**

**RESUMO**

Este projeto de TCC tem como objetivo abordar o estudo sobre o desenvolvimento/[implementação] de um +[sistema de] software supervisó-rio SCADA para comunicação com [A planta didática da SMAR] com o qual prepara o aluno de graduação para o ambiente industrial. os quais são funda- mentais para a maior parte das indústrias de médio e grande porte. Poderá encontrar no traba- lho /[o Trabalho constará também de] um estudo sobre a utilização de OPC para a comunicação da panta industrial com o sistema supervisório em questão, mostrando a sua utilização e importância na comunicação de ... para auxiliar o desenvolvimento dos softwares de supervisão para o controle de automações em tempo real, assim como um estudo aprofundado do mesmo.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de sistemas, OPC, SCADA, PLC, Automação Industrial, Controle

**LISTA DE QUADROS**

**LISTA DE SIGLAS**

OPC –

SCADA –

CLP –

RTU –

OLE-

OPC - Ole process of control

OLE - Object Linking and Embedding

DCOM - Distribuited Component Object Model

UML - Unified Modeling Language

PDIII - Planta Didática III, da empresa brasileira SMAR.

tags - Itens OPC, referentes as variáveis dos dispositivos ligados ao um servidor OPC

Thread - processo de divisão de tarefas em programação de computadores Timestamp – Tempo real relacionado ao item OPC Student - é uma distribuição de probabilidade estatística

SUMÁRIO

[1. INTRODUÇÃO 12](#_Toc370834901)

[1.1 Contextualização 12](#_Toc370834902)

[1.2 Objetivo geral 13](#_Toc370834903)

[1.3 Justificativa do Estudo 13](#_Toc370834904)

[1.4 Escopo 14](#_Toc370834905)

[**2** **REFERENCIAL TEÓRICO** 14](#_Toc370834906)

[**3** **METODOLOGIA** 32](#_Toc370834926)

[**4** **RESULTADOS DA ANÁLISE** 39](#_Toc370834939)

[**5** **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 39](#_Toc370834940)

[**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 40](#_Toc370834941)

[**ANEXOS** 41](#_Toc370834942)

# INTRODUÇÃO

* 1. Contextualização

Nos dias de hoje a automação se encontra nas mais variadas áreas, mas ela existe desde a época da revolução industrial, século XIX, quando os primeiros sistemas desse tipo foram desenvolvidos. O trabalho era realizado habitualmente de forma manual mas passou a ser realizado por máquinas com objetivo de aumentar a sua eficiência e maximizar a produção e qualidade.

Nessa época, dispositivos mecânicos eram desenvolvidos para cada tarefa, encarregados de implementar as funções de controle para automatizá-las, principalmente aquelas que eram repetitivas, porém, em vista dos desgastes naturais normalmente encontrados em dispositivos mecânicos e a alta manutenção foi necessário encontrar novas soluções para substituí-los. Foi nesse contexto que apareceram os relés e contadores, os quais, a partir de então, por viabilizarem o desenvolvimento de funções de controle mais complexas e sofisticadas, tomaram o papel de automatizar as linhas de montagem, dando um grande passo na época.

Na metade do século XX, após a segunda Guerra mundial, surgiram os Circuitos Integrados (CIs), que revolucionaram o mundo da eletrônica, dando início a uma nova geração de sistemas de automação, com as vantagens de baixo custo e alto desempenho.

Com tanta tecnologia e a grande quantidade de processos a serem automatizados surgiu a necessidade de monitorar os dados provenientes de variáveis físicas intrísecas aos modelos da planta em tempo real, com o objetivos de manipulá-los para que se tivesse o seu controle.

~~A aquisição de dados para monitoramento em tempo real traz uma vantagem no aspecto de controle para uma tomada de decisão operacional mais rápida, ao ponto de se evitar riscos ao processo e danos ambientais. Uma IHM além de moni- torar, controlar variáveis de processo também é responsável por armazenar dados, seja através de banco de um bando de dados próprio (integrado) ou um data center.~~

~~Ao passo que havia essa revolução eletrônica, os sistemas mecânicos não ficaram para trás, eles passaram e vêm passando por inovações e desenvolvimento tecnológico, agregando novas funcionalidades e tecnologias incorporando maior capacidade de processamento, tornando-os mais rápidos, eficientes e confiáveis, com custos de implementação cada vez menores. Ao longo dos últimos anos é cada vez mais freqüente a utilização de componentes eletrônicos para acionamento e controle de sistemas mecânicos.~~

* 1. Objetivo geral

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de supervisão utilizando a tecnologia OPC capaz de acessar informações da planta didática da SMAR através de diferentes dispositivos encontrados nela. O sistema será utilizado para a implementação de estratégias de controle de alto nível permitindo ao usuário definir subsistemas de controle e a aplicação de técnicas de controle avançadas como Controle Preditivo multivariável Linear e não Linear, Controle de Processos bateladas, Controle de seqüências, etc.

* 1. Objetivo Específico
* Estudar o funcionamento e os componentes da planta experimental;
* Fazer testes experimentais na planta;
  1. Justificativa do Estudo

A atual relidade da indústria de automação requer, cada vez mais, o desenvolvimento de sistemas a fim de melhorar o desempenho e a otimização dos processos através da comunicação entre dispositivos de controle e automação, com o benefício de fornecer aos operadores da planta dados dos variados dispositivos instalados nela.

Os sistemas desse tipo têm aplicação direta nos mais variados setores, incluindo-se aí, com especial ênfase, a automação de refinarias de petróleo, plataformas de produção off-shore, automação residencial, etc.

Os motivos aqui citados justificam a necessidade de implantação dos conceitos de supervisão, automação e controle na planta experimental.

* 1. Escopo

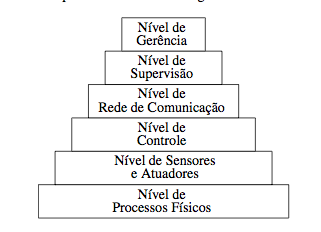
O campo de estudo deste trabalho está limitado ao desenvolvimento de um software supervisório em sistemas onde se utilizam tecnologias de redes industriais com servidores OPC. (uma planta didática (PD3 da) - incluir

1. **REFERENCIAL TEÓRICO** 
   1. Automação de Processos Industriais

De acordo com [Mai03], a tecnologia que utiliza sistemas mecânicos, eletromecânicos e computacionais para operar no controle de processos pode ser definida, no contexto industrial, como automação.

Segundo (MORAES e CASTRUCCI, 2007) automação é qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução dos custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias.

Os processos automatizados utilizam técnicas que permitem, através do uso de controladores e algoritmos de controle, armazenar suas informações, calcular o valor desejado para as informações armazenadas e, se necessário, tomar alguma ação corretiva (SOUZA, 2005).



* 1. Sistemas Supervisórios

A evolução dos equipamentos e dos processos industriais, com a introdução crescente dos mais diversos sistemas de automação, tornou complexa a tarefa de monitorar, controlar, gerenciar e supervisionar esses sistemas. Essa tarefa, que é executada rotineiramente, pode ser um trabalho terrivelmente árduo e cansativo.

Estar sempre ao lado da planta industrial para fazer as verificações necessárias, como por exemplo, verificar os níveis de temperatura, níveis de água, nível de óleo, encontrar algum dispositivo com falha, aperfeiçoar o funcionamento do processo, ou qualquer outra proveniente da natureza do problema seria considerado um desperdício da experiência dos profissionais envolvidos em tarefas triviais. Foi por isso que foram desenvolvidos os sistemas de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), em geral bastante complexos, os quais são constituídos por computadores, aplicativos e dispositivos, todos interligados através de uma rede de comunicação, encarregados de coletar informações sobre as variáveis do processo, formatá-las, e em seguida, manipulá-las, analisá-las, armazená-las e propiciar uma interface de alto nível e intuitiva ao operador com o processo, informando "em tempo real" todos os eventos que estão em andamento, seja de num ambiente local ou remoto, em tempo real. Os SCADA também monitoram sinais de alarmes de processo permitindo o aviso ao operador de quando uma variável ultrapassa uma condição estabelecida, sendo estes eventos gravados em um banco de dados específico permitindo ao operador verificar os mesmos a qualquer tempo.

Para Albuquerque e Alexandria, [...] O sistema SCADA é um sistema responsável pela coleta e transferência de informações lógicas e analógicas sobre o estado corrente do sistema, pela exibição desses dados na sala de controle e pelo comando remoto de dispositivos. [...]

O termo controle supervisório denota o processo de monitorar à distância uma atividade, transmitindo diretrizes e operação aos controladores localizados à distância e recebendo de volta a indicação da realização das ações de controle.  
 Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial monitorando apenas sinais representativos de medidas e estados de dispositivos através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface de aplicação com o operador. Com a evolução da tecnologia, os computadores passaram a ter um papel importante na supervisão dos sistemas, coletando e tornando disponíveis os dados do processo. O acesso remoto aos dados facilita tanto o monitoramento quanto o controle do processo, fornecendo, em tempo útil, o estado atual do sistema através de gráficos, previsões ou relatórios, viabilizando tomadas de decisões, seja automaticamente ou por iniciativa do operador [EHH 00].

Para Silva (2005), os sistemas de automação industrial atuais estão utilizando tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, apresentando interfaces mais amigáveis para a operação com recursos gráficos bem elaborados. Sendo assim, os processos complexos são simplificados para o uso da operação.

Além do mais os sistemas supervisórios têm se mostrado de fundamental importância na estrutura de gestão das empresas, fato pelo qual deixaram de ser vistos como meras ferramentas operacionais, ou de engenharia, e passaram a ser vistos como uma relevante fonte de informação. Os sistemas de supervisão de processos industriais automatizados desempenham três atividades básicas [UNS00]:

* supervisão;
* operação;
* e controle.

Os dados obtidos são organizados numa base de dados que pertence ao software de supervisão. São utilizados tags, que são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, que correspondem às variáveis do processo real (ex: temperatura, nível, vazão etc.), se comportando como a ligação entre o controlador e o sistema.

Hoje os principais sistemas de supervisão oferecem algumas funções básicas [Cam88]:

• Funções de supervisão: Inclui todas as funções de monitoramento do processo, tais como: sinóticos animados, gráficos de tendência de variáveis analógicas e digitais, relatórios em vídeo e impressos, etc.

• Funções de operação: Atualmente os sistemas SCADA substituíram com vantagens as fun-

ções da mesa de controle. As funções de operação incluem: ligar e desligar equipamentos e seqüência de equipamentos, mudança de modo de operação de equipamentos, controle periódico de gastos, funcionamento e rendimento, etc.

Um sistema de supervisão caracteriza-se por [MMP97]:

* fazer a aquisição de dados do processo;
* tornar os dados disponíveis visualmente;
* processar eventos e ativar alarmes;
* e ser tolerante a falhas.

Em geral, as razões típicas que levam a implementação de um sistema SCADA são:

* Improved operation of the plant or process resulting in savings due to optimization of the system
* Increased productivity of the personnel
* Improved safety of the system due to better information and improved control
* Protection of the plant equipment
* Safeguarding the environment from a failure of the system
* Improved energy savings due to optimization of the plant
* Improved and quicker receipt of data so that clients can be invoiced more  quickly and accurately
* Government regulations for safety and metering of gas (for royalties & tax etc)
  + 1. **Estrutura Funcional**

A regra geral para o funcionamento de um sistema SCADA parte dos processos de comunicação com os equipamentos de campo (elementos de hardware), cujas informações são enviadas para o núcleo principal do software. O núcleo é responsável por distribuir e coordenar o fluxo dessas informações para os demais módulos, até chegarem, como informações úteis para o operador do sistema, na interface gráfica ou console de operação com o processo, geralmente acompanhadas de gráficos, animações, relatórios, etc, de modo a exibir a evolução do estado dos dispositivos e do processo controlado, permitindo informar anomalias, sugerir medidas a serem tomadas ou reagir automaticamente tem a importante função de manter o sistema em funcionamento e estável.

Resumindo, um sistema de supervisão em um ambiente industrial automatizado é essencialmente composto por quatro elementos [DS99]:

**Processo Físico:** é o elemento principal do sistema e representa o objeto da supervisão; ***Hardware* de Controle:** é utilizado na interface física com o processo e, geralmente, no controle deste;

***Software* de Supervisão:** é responsável pela aquisição, tratamento e distribuição dos da-

dos; e

**Rede de Comunicação:** é responsável pelo tráfego das informações, constituindo-se, ge-

ralmente, de duas sub-redes denominadas *rede de campo* e *rede local de supervisão*.

* + 1. Componentes de um sistema de supervisão

Um sistema SCADA usualmente consiste dos seguintes subsistemas/elementos:

* **Sensores (digital/analógico)** – Esses dispositivos de entrada/saída são conectados aos equipamentos controlados e monitorados pelos sistemas SCADA, que convertem parâmetros físicos tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota.
* **Atuadores -** São utilizados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos.
* **Interface homem máquina (IHM) -** Dispositivo ou aparato que apresenta os dados processados de uma forma compreensível para o operador encarregado de monitorar e controlar o processo. Pode prover várias funções, entre elas, gráficos de tendência, diagnóstico, gerência das informações bem como esquemáticos detalhados, animações, representando o atual estado da planta a ser controlada. Além disso também é responsável por armazenar dados em um banco de dados. As interfaces com reprensentações gráficas e intuitivas são preferíveis para usuários humanos. Possui o pre-requisito de ter facilidade de realizar manutenção e desenvolvimento.
* **Estações remotas (RTU) -** É onde o processo de controle e aquisição de dados se inicia. A leitura dos valores atuais dos dispositivos é feita através dos PLCs (Programmable Logic Controllers) e RTUs (Remote Terminal Units) a eles associados e seu respectivo controle. Os PLCs e RTUs são unidades computacionais específicas, utilizadas nas instalações fabris (ou qualquer outro tipo de instalação que se deseje monitorar) para a funcionalidade de ler entradas, realizar cálculos ou controles, e atualizar saídas. A diferença entre os PLCs e as RTUs é que os primeiros possuem mais flexibilidade na linguagem de programação e controle de entradas e saídas, enquanto as RTUs possuem uma arquitetura mais distribuída entre sua unidade de processamento central e os cartões de entradas e saídas, com maior precisão e seqüenciamento de eventos.Dispositivos geralmente conectados aos sensors e são responsáveis pela conversão dos sinais destes para dados digitais e transmitindo-os para o sistema supervisório. Esses dispositivos são implantados em locais específicosEles podem também enviar sinais para dispositivos de controle que se comunicam com eles.
* **Rede de comunicação -** A rede de comunicação prover a conecção entre as unidades de terminal remota e o sistema supervisório. Possibilta a comunicação entre o sistema supervisórios com os demais dispositivos espalhados pelo campo, espalhados pelos mais diversos lugares. Levando em consideração os requisitos do sistema e a distância a cobrir, pode ser implementada através de cabos Ethernet, fibras ópticas, linhas dial-up, linhas dedicadas, rádio modems, etc.
* **Estações de monitoração central~~Master Station Computer Systems / A supervisory (computer) system:~~ .** É o repositório dos dados coletados em tempo real que são enviados das unidades remotas e envia o sinal de controle de volta pra eles, através da rede de comunicações. É responsevel pelo armazenamento e processamento dos dados recebidos. Pode ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas.
  + 1. Benefícios dos sistemas SCADA:

As considerações típicas são:

**Qualidade:** Os sistemas conseguem operar em alto nível de trabalho dentro de faixas especificadas através do monitoramento das variáveis do processo produtivo. Se, por ventura, os níveis sairem da faixa pré-estabelecida e não existir uma ação de controle específica para o caso, o sistema pode gerar um alarme na tela, alertando o operador. Mesmo assim, pode-se garantir a boa qualidade a manutenibilidade das características desejadas, caso as intervenções no processo sejam feitas rapidamente.

**Redução dos custos operacionais:** Com a centralização de toda a leitura dos instrumentos de campo através da estrutura relacionada ao processo de automação com o uso dos sistemas SCADA se tem uma notável diminuição de funcionários (e por consequência a diminuição do erro humano, incrementando

mais um fator no item anterior), de material utilizado para a coleta desses dados obtidos com os inúmeros instrumentos, possibilitando o armazenamento otimizado e bom planejamento do processo industrial.

**Maior desempenho de produção:** A otimização da velocidade detecção rápida de falhas (pontuais ou não) permite intervenções de ajustes mais rápidas, evitando a prejudiciação do processo; maior rapidez na leitura dos dados obtidos da leitura dos instrumentos do campo. Através da rapidez da leitura dos instrumentos de campo, as intervenções necessárias podem ser feitas mais rapidamente.

**Base para outros sistemas:** A base de dados do processo produtivo coletadas a partir desses sistemas podem ser utilizados para gerar informações importantes em tempo real para outros sistemas em geral.

**Praticidade de operacao:** O operador realiza a intervenção no processo de controle com apenas algumas operações usando a interface intuitiva disponível.

**Facilidade de controle:** Muita tecnologia agregada e estudo realizado para garantir a facilidade.

**Outros fatores** também são considerados, graças às tecnologias computacionais utilizadas para o desenvolvimento dos sistemas SCADA, que são, o aumento da confiabilidade, flexibilidade e conectividade, além da inclusão de novas ferramentas que permitem diminuir cada vez mais o tempo gasto na configuração e adaptação do sistema às necessidades de cada instalação.

* + 1. Evolução dos sistemas

Nos últimos anos temse visto um crescente desenvolvimento de sistemas de aquisição e tratamento digital de sinais, sendo que vários fatores têm contribuído para a evolução nesta área:

a) disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento de software que permitem criar aplicações de alto nível com avançadas interfaces gráficas;

b) novas tecnologias de comunicação que permitem o monitoramento/controle remoto de instrumentos usando a internet e o wireless como veículos de transmissão de dados;

c) o avanço da microeletrônica;

d) o crescente desempenho dos computadores pessoais, tal como a sua

relação qualidade/preço e a sua confiabilidade.

* 1. OPC

Em 1995, buscando uma padronização nas operações de comunicação em tempo real, algumas empresas se reuniram com o objetivo de desenvolver um padrão baseado na tecnologia OLE/DCOM para acesso de dados em tempo real dentro do sistema operacional Windows. Com o resultado dessa reunião, formou-se um grupo que hoje conta com mais de 300 membros em todo mundo, incluindo quase todos os maiores provedores de controle de sistemas, instrumentação e controle de processos. Essa organização, sem fins lucrativos, chama-se OPC Foundation e a partir dela são definidos os padrões OPC.

Um dos grandes problemas de se interfacear equipamentos e sistemas no chão de fábrica reside em se compatibilizar os protocolos da camada de aplicação. Outros padrões existiram antes do OPC, mas fracassaram por falta de adeptos. O padrão OPC foi inicialmente liderado pela Microsoft e especificado pela *OPC Foundatio*n. Este protocolo é hoje o padrão de fato da indústria.

Como as aplicações precisam apenas saber como buscar dados de um servidor OPC, ignorando a implementação do dispositivo e o servidor precisa fornecer dados em um formato único: servidor OPC, a tarefa de escrever drives de comunicação fica muito facilitada.

O servidor OPC fornece dados de tempo real proveniente de sensores (temperatura, pressão, etc.), comandos de controle (abrir, fechar, ligar, desligar, etc.), status de comunicação, dados de performance e estatística do sistema, etc.

O padrão OPC é baseado em comunicações cíclicas (pooling) ou por exceção.

As especificações do protocolo OPC estão disponíveis no sítio da OPC Foundation e incluem além da especificação básica para a construção de drives *(OPC Data Access Specification* - versão 2.05) outras especificações tais como padrão OPC para comunicação de alarmes e eventos *(OPC Alarms and Events Specification* - Versão 1.02), padrão OPC para dados históricos *(OPC Historical Data Access Specification* - Versão 1.01). padrão OPC para acesso de dados de processo em batelada *(OPC Batch Specification* - versão 2.00) e outros.

**OPC (OLE for Process Control) é um padrão industrial aberto para transmissão de dados em tempo real que consiste em um conjunto padrão de interfaces, propriedades e métodos para o uso em aplicações de controle de processos e de automatização de manufaturas. Utilizando um servidor OPC conectado a um dispositivo de comunicação como um computador, CLP, rede Foudation Fieldbus, etc, os dados desses dispositivos são disponibilizados para diferentes aplicações. Os clientes OPC se conectam a um servidor OPC, a fim de buscar as informações coletadas nos dispositivos para que se possa ler, escrever e atualizar os dados coletados.**

**Os custos de integração de sistemas eram altos devido a falta de uma padronização nos protocolos utilizados por diferentes fabricantes. A tecnologia OPC possibilitou uma padronização de dados compartilhados e uma considerável redução de custo na integração de sistemas assim como uma maior facilidade de uso e melhoria na confiabilidade da troca de informações. Mais escolhas de fornecedores, melhor acesso aos dados do processo, facilidade da operação “plug-and-play”, e a utilização eficiente de recursos do desenvolvimento são os benefícios principais da tecnologia OPC.**

**A partir da constatação da existência dessas facilidades foi proposto o desenvolvimento de um software para a realização de controle avançado em sistemas onde se utilizam tecnologias de redes industriais com servidores OPC. Este software deveria possuir blocos de controle a fim de permitir a implementação de diferentes estratégias de controle.**

**O servidor OPC é um objeto COM. Entre suas funções principais ele permite à aplicação cliente:**

**• Gerenciar grupos: Criar, clonar e deletar grupos de itens, renomear, ativar, desativar grupos. • Incluir e remover itens em um grupo. • Navegar pelas tags existentes *(browser interfac*e).**

**• Ver os atributos ou campos associado a cada tag.**

**• Definir a linguagem de comunicação (país) a ser usada. • Associar mensagens significativas a códigos de erro • Obter o status de funcionamento do servidor • Ser avisada, caso o servidor saia do ar.**

**O grupo de dados constitui uma maneira conveniente da aplicação organizar os dados de que necessita. Cada grupo de dados pode ter uma taxa de leitura específica: pode ser lida periodicamente *(pollin*g), ou por exceção. O grupo pode ser ativado ou desativado como um todo. Cada tela sinóptica, receita, relatório, etc., pode usar um ou mais grupos.**

**A interface de grupo permite à aplicação cliente: • Adicionar e remover itens dos grupos. • Definir a taxa de leitura do dado no grupo. • Ler e escrever valores para um ou mais itens do grupo. • Assinar dados do grupo por exceção.**

**Cada item é um objeto OPC que proporciona uma conexão com uma entrada física de dados. Cada item fornece ao cliente informação de: valor, *time stam*p, qualidade do dado e tipo de dado. É possível definir um vetor de objetos como um único item. Isto otimiza a comunicação de dados já que apenas, um *time stamp* e uma palavra de qualidade de dados é utilizada para cada conjunto de dados.**

**As leituras de dados podem ser de três tipos: leitura cíclica *(pollin*g), leitura assíncrona (o cliente é avisado quando a leitura se completa) e por exceção (assinatura). As duas primeiras trabalham sobre listas (subconjuntos) de um grupo e o serviço de assinatura envia aos clientes qualquer item no grupo que mudar de valor.**

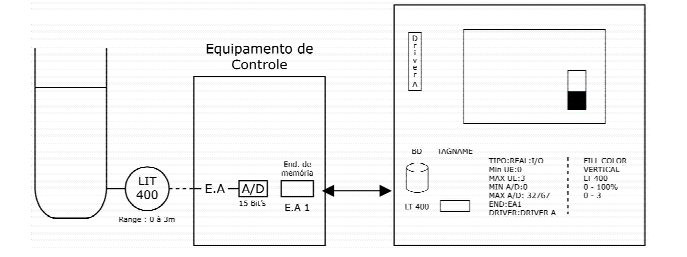
* 1. **TAGNAME OU VARIÁVEIS EM UM SISTEMA SCADA**

As Tags são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas, lógicas, com vetores ou strings, etc.) ou representar pontos de entrada e saída de dados do processo que está sendo controlado. Neste caso, correspondem às variáveis do processo real (com temperatura, vazão, nível, etc.), se comportando como a ligação entre o controlador e o sistema. Seus tipos variam dependendo do CLP e do sistema supervisório que estão sendo utilizados. As Tags mais freqüentes são aquelas usadas para a comunicação entre CLP e o sistema e as que permitem realizar operações aritméticas, manipular matrizes e textos. É com base nos valores das Tags que os dados coletados são apresentados para o usuário

Sistemas SCADA tipicamente implementam banco de dados chamado de banco de dados de tagname que contém dados dos pontos de I/O e dados de endereços internos de memória do equipamento de controle. O tagname é um espaço da memória da estação de supervisão destinado ao armazenamento de um valor contido em um conjunto chamado de tipo. Em todo o sistema existem basicamente dois conjuntos de variáveis: simples ou primitivas e alguma variáveis compostas formadas a partir das primeiras.

Os tipos das variáveis (tagname) primitivas fundamentais são: o Numérico: real ou inteira; o Discreta (lógica, bit, discret, bool, booleano); o Caracter (mensagem ou string).

No programa de supevisão os tagnames com valores obtidos a partir da comunicação com outros programas são chamados de I/O, os calculados são internos ou “memory”.



* + 1. **VARIÁVEIS SIMPLES** 
       1. **VARIÁVEL ANALÓGICA**  Descreve uma variável analógica de entrada ou saída. Através de conversosres A/D e D/A, o equipamento de controle converte os sinais de entrada e saída, respectivamente. Sendo uma entrada analógica, o sinal é convertido em um valor digital quantizado em X bits. Onde X dependerá da resolução do conversor A/D do módulo de entrada. Por exemplo, sendo X = 15 bits, significa que o range de entrada do módulo será convertido em 32768 níveis (215), ou seja, supondo uma entrada de 0 a 20 mAcc, 0 mA corresponderá a 0 e 20 mA a 32767. Esta faixa de valores deve ser relacionada com o range de medição em unidade de engenharia para que o operador possa compreender o que está acontecendo com o processo.

Normalmente no sistema SCADA estas variáveis ou tagname podem ser definidas como real ou inteira.

* + - 1. **VARIÁVEL DISCRETA**

Também chamada de variável digital. Corresponde a 1 bit de informação que pode assumir os valores 0 ou 1.

Em alguns sistemas é possível definir agregados de variáveis discretas *(bit string*s), definir cores e textos para cada estado.

* + - 1. Enquanto alguns sistemas possuem apenas um pequeno número de primitivas, outros possuem tipos mais complexos formados pelo agregado de várias primitivas fundamentais.

De uma forma ou de outra cada sistema sempre possui uma forma de representar todas as entidades que correspondem às entidades controladas no processo ou aos instrumentos da mesa de comando convencional.

* 1. PLANTA

O objetivo da Planta Didática SMAR é demonstrar didaticamente a operação das diversas malhas de controle utilizando os mesmosequipamentos e ferramentas de configuração, em software, desenvolvidos para aplicação em controle industrial. Em um arranjo compacto, esta planta torna acessível aos instrutores e aprendizes todos os componentes desta malha, não sendo apenas umaestrutura para ser observada, mas também para ser manipulada. Na implementação destas malhas estão contidas as mesmas características e situações encontradas pelos profissionais de instrumentação com os recursos da altatecnologia disponível no mercado.

Além das fornecidas, outras malhas podem ser geradas a partir da estrutura física montada sem a necessidade de alterá-las mecanicamente, apenas modificando a configuração dos dispositivos. A Planta Didática SMAR é monitorada e operada de uma estação, constituída de um microcomputador do tipo PC e um software de supervisão, que efetua a aquisição de dados dos equipamentos e o apresenta por meio de animações de telas. Permite também atuar nos registros modificando valores internos dos equipamentos e nos modos operacionais das malhas de controle.

O desenvolvimento será realizado com o auxílio de uma planta didática (PD3 da empresa SMAR) que opera com a tecnologia Foundation Fieldbus e CLP, ambos com servidores OPC. A tecnologia Foundation Fieldbus utiliza uma rede local de comunicação permitindo que instrumentos desenvolvidos para esta tecnologia se comuniquem entre si trocando informações em formato digital segundo uma estratégia de controle definida pelo usuário que implementa o controle regulatório de um determinado processo. Os instrumentos Foundation Fielbus são dotados de processadores e interface de comunicação e executam tarefas de controle processando algoritmos encapsulados em Blocos Funcionais pré-definidos e instanciados pelo usuário. Todas as informações do processo (variáveis medidas, referências de controle, sinais de controle, parâmetros, etc.) se transmitem utilizando uma rede digital que interliga os diferentes componentes de um sistema de controle (atuadores, controladores, transmissores, etc). Entre os benefícios na utilização de uma rede Foundation Fieldbus, se encontram a interoperabilidade (O padrão Foundation Fieldbus é aberto), dados de processo na forma digital, economia de cabos, melhor segurança da planta, entre outros.

Além de ser uma ferramenta de extrema importância em laboratórios de grandes instituições de ensino, a planta lança desafios aos estudantes que as operam.

A Planta Didática não tem como objetivo o processo de produção de nenhum tipo de produto, sendo essa puramente experimental. O seu funcionamento, consiste basicamente na circulação de líquido em tanques podendo existir estratégias diferentes de atuação sobre esse líquido. A planta possui um tanque central que tem a função simplesmente de armazenar o líquido que será enviado para os tanques e depois retornar. Nesse tanque central, não existe nenhum controle nem automatismo. Para ser transportado deste tanque central, o líquido pode sair por duas bombas, sendo que uma o destina para o tanque de aquecimento e a outra para o tanque de mistura. Na entrada de cada um desses tanques tem uma válvula controladora, que é comandada pelo sinal analógico de 4-20 mA que vem do CLP, e também existem válvulas de operação manual. Ao longo das tubulações e nos tanques, existem ainda alguns transdutores que são responsáveis por mensurar grandezas como: vazão, nível e temperature.

* 1. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTERFACE HOMEM MÁQUINA**

A Interface Homem Máquina (IHM) é basicamente todo e qualquer sistema utilizado como sinalizador de eventos ou status de uma máquina. Ainda, segundo [Moraes, 2001] IHMs são sistemas supervisórios que surgiram da necessidade de uma interface amigável, eficiente e ergonômica entre sistemas de automação complexos e a equipe encarregada da sua operação. Portanto, devem ser construídas tendo os operadores como usuário final e representar o processo real.

As interfaces permitiram que os sistemas de controle de processos se tornassem muito mais interativos do que antes. Também possibilitaram que um operador pudesse usar “displays” simples para determinar as condições de uma máquina e realizar simples configurações.

O propósito básico de uma IHM é disponibilizar uma interface gráfica de fácil uso com o processo. Dispositivos que apresentam interfaces difíceis não são utilizados como deveriam e incorrem em desperdício de tempo e aumento da necessidade de treinamento, interferindo diretamente nos lucros da empresa.

* As interfaces ainda podem ser divididas em duas categorias: as ativas e passivas.  • Interfaces Passivas – Monitoram eventos ou status da máquina – Não interferem no processo – Geralmente não possuem processadores internos  - Exemplos: lâmpadas e buzinas  • Interfaces Ativas –São partes integrantes do processo –Além de ter um processador interno, algumas possuem parte do software aplicativo –Geralmente utiliza-se vários CLPs em rede para IHM - Exemplos: Telas sensíveis (touch screen), monitores de plasma, etc.

O projeto da interface Homem Máquina de um sistema SCADA é baseado numa série de critérios ergonômicos tendo por base o relato de problemas de operação de diversos projetos anteriores.

**As principais dificuldades do operador de IHM são:**

* Deve basear suas ações em uma abstração da planta real. Deve transformar a interpretação dos dados em ações corretas;
* Não pode mais se especializar numa área específica do processo. Deve conhecer todas as áreas sob seu controle;
* Seus erros e omissões têm conseqüências muita maiores o que implica em maior pressão psicológica;
* O operador está submetido a uma postura de trabalho mais monótona o que conduz a fadiga.
* **Ao projetar uma I.H.M o projetista deve ter em mente:**
* o Diminuir a chance de erro do operador principalmente nos momentos de maior demanda operacional que coincide com o aumento do stress.  Representar as entidades de processo de forma única e consistente permitindo uma operação independente da encarnação física, sem surpresas para o operador;

Evitar as situações de monotonia que levam à desconcentração do operador.

Sinópticos pouco representativos do processo e sem atrações de animação ou com muitos dados tabulares levem ao desinteresse. o Evitar situações que acarretam cansaço.

É sabido que muito elementos piscantes na tela trazem cansaço. A buzina de alarmes também deve ter uma tonalidade agradável e um nível não muito alto. o Manter o operador sempre atento ao que realmente interessa.

 Evitar excesso de informações na tela. Sinópticos muito cheios trazem excesso de informações que o operador não é capaz de processar. Os alarmes e informações devem obedecer ao critério da exceção.

Avalanches de alarmes devem ser evitadas. Pontos com alarmes crônicos devem ser desabilitados. Alarmes durante transitórios de partida e parada de equipamentos também. Para operações críticas como centros de operação de sistemas elétricos e centrais nucleares é recomendado o uso de sistemas especialistas para filtragem inteligente de alarmes [Kirshen 1992].

Evitar consulta a referências externas ao sistema.

* + 1. **PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DA IHM**

Antes de adotar um Sistema Supervisório é necessário efetuar um planejamento para que a escolha do mesmo seja a melhor possível.

Segundo (MORAES, 2001) as etapas que devem compor o planejamento de um Sistema Supervisório são:

1.Entendimento do processo a ser automatizado;

2.Tomada de dados (variáveis);

3.Planejamento do banco de dados;

4.Planejamento dos alarmes;

5.Planejamento da hierarquia de navegação entre telas;

6.Desenho de telas;

7.Gráfico de tendências dentro das telas;

8.Planejamento de um sistema de segurança;

9.Padrão industrial de desenvolvimento.

Nestas etapas cabe destacar:

Planejamento de alarmes: a) sob quais condições os alarmes serão acionados b) quais operadores serão notificados por esses alarmes c) quais mensagens deverão ser enviadas d) quais ações deverão ser tomadas na ocorrência desses alarmes e) chamar a atenção do operador sobre uma modificação do estado do processo f) sinalizar um objeto antigo g) fornecer indicação global sobre o estado do processo.

Planejamento de uma hierarquia de navegação entre telas: O sistema supervisório do processo deve possuir um menu que possibilita a navegação entre telas.

* 1. Estrutura do Software

**5.4 Ciclo de Vida**

Para este estudo estaremos adotando conceito de dois ciclos de vida, consi- derando o estudo de caso, o primeiro ciclo é o ciclo de vida do produto e segundo é o ciclo de vida do projeto.

**5.4.1 Ciclo de vida de um *software* (produto)**

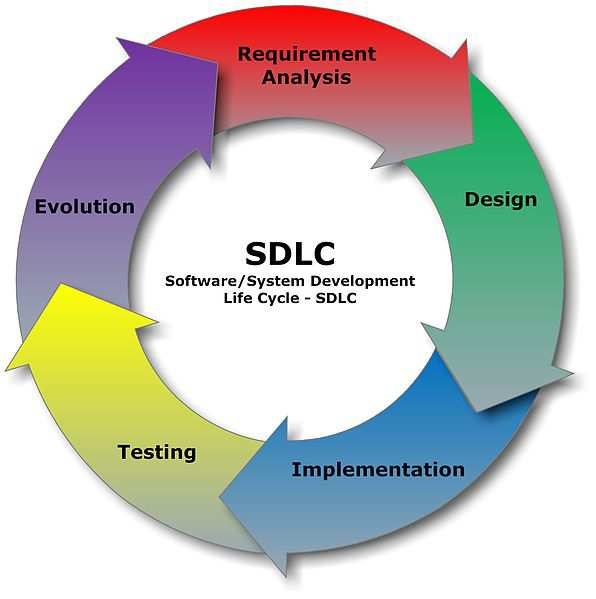
No desenvolvimento de um software, existem alguns fornece uma seqüência de atividades para designers e desenvolvedores de sistemas a seguir. Consiste em um conjunto de passos ou fases em que cada fase do SDLC nos quais podemos citar:

a) análise preliminar: o objetivo da fase 1 é a realização de uma análise preliminar, propor soluções alternativas, descrever os custos e benefícios e apresentar um plano preliminar com recomendações;

* b)  análise de sistemas, definição de requisitos: define os objetivos do projeto em funções definidas e operação da aplicação pretendida. Analisa as necessidades de informação do usuário final;
* c)  projeto de sistemas: descreve as características desejadas e operações em detalhes, incluindo *layouts* de tela, regras de negócio, diagramas de processo, pseudocódigo e outra documentação;
* d)  desenvolvimento: o código real está escrito aqui;
* e)  integração e testes: traz todas as peças juntas em um ambiente de  teste especial, então verifica erros, *bugs* e interoperabilidade;
* f)  aceitação, instalação, colocação: o estágio final de desenvolvimento  inicial, onde o *software* é colocado em produção e corre negócio real;
* g)  manutenção: o que acontece durante o resto da vida do *software*: mudanças, correção, acréscimos, se muda para uma plataforma de computação diferente e muito mais. Este é muitas vezes o mais longo  das fases. FIGURA 7 – Modelo do ciclo de vida de desenvolvimento de sistema

**5.4.2 Ciclo de vida de projeto**

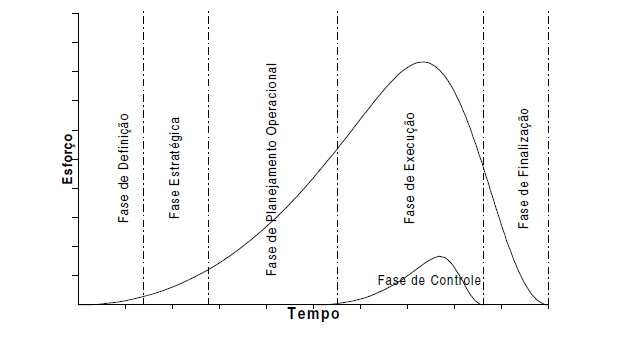
Os projetos podem de acordo com o tamanho e complexidade. Não importa se grandes ou pequenos, simples ou complexo, todos os projetos podem ser mape- ados para a estrutura de ciclo de vida.

O ciclo de vida do projeto pode ser dividido em fases características, confor- me ilustrado a seguir.

* a)  início do projeto;
* b)  organização e preparação;
* c)  execução do trabalho do projeto;
* d)  encerramento do projeto.  FIGURA 8 – O ciclo de vida do projeto subdividido em fases características

**28**

* 1. **MVC**
  2. **DRIVER COMUNICAÇÃO (RMI)**

1. **METODOLOGIA**
2. **RESULTADOS DA ANÁLIS**
3. **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a grande quantidade de processos a serem automatizados, existentes nos mais diversos meios, surgiu a necessidade da utilização dos chamados sistemas SCADA que permitem amonitoração do processo em tem- po-real

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[Mai03]

André Laurindo Maitelli. Controladores lógicos programáveis. http:// www.dca.ufrn.br/~maitelli, 2003.

**ANEXOS**