

INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Cubatão

APOSTILA DE

SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

DISCIPLINA:
SISTEMAS SUPERVISÓRIOS MODERNO

MONTAGEM:
PROFESSOR MARCELO S. COELHO

Parte 1: JULHO/2010

CONCEITOS BÁSICOS

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário. Estes sistemas também são chamados de SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos, através de painéis de lâmpadas e indicadores.

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia.

Para permitir isso, os sistemas SCADA identificam todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação através de tags, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas, lógicas, com vetores ou strings, etc) ou representar pontos de entrada/saída de dados do processo que está sendo controlado. Neste caso, correspondem às variáveis do processo real (ex: temperatura, nível, vazão etc), se comportando como a ligação entre o controlador e o sistema. É com base nos valores das tags que os dados coletados são apresentados ao usuário.

Os sistemas SCADA podem também verificar condições de alarmes, identificadas quando o valor da tag ultrapassa uma faixa ou condição pré- estabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em Bancos de Dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens por pager, e-mail, celular, etc.

A partir do momento em que a monitoração e o controle de um processo são feitos com a ajuda de um sistema supervisório, o processamento das variáveis de campo é mais rápido e eficiente. Qualquer evento imprevisto no processo é rapidamente detectado e mudanças nos set-points são imediatamente providenciadas pelo sistema supervisório, no sentido de normalizar a situação. Ao operador fica a incumbência de acompanhar o processo de controle da planta, como o mínimo de interferência, excetuando-se casos em que sejam necessárias tomadas de decisão de atribuição restrita ao operador.

HIERARQUIA DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

O nível mais alto dentro de uma arquitetura é representado pela rede de informação. Em grandes corporações é natural a escolha de um backbone de grande capacidade para interligação dos sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning), Supply Chain (gerenciamento da cadeia de suprimentos), e EPS (Enterprise Production Systems). Este

backbone pode ser representado pela rede ATM ou GigaEthernet ou mesmo por uma Ethernet 100-BaseT, utilizando como meio de transmissão cabo par trançado nível 5. Esta última rede vem assegurando uma conquista de espaço crescente no segmento industrial, devido à sua simplicidade e baixo custo.

A rede de controle interliga os sistemas industriais de nível 2 ou sistemas SCADA aos sistemas de nível 1 representados por CLPs e remotas de aquisição de dados. Também alguns equipamentos de nível 3 como sistemas PIMS e MES podem estar ligados a este barramento. Até dois anos atrás o padrão mais utilizado era o Ethernet 10Base-T. Hoje o padrão mais recomendado é o Ethernet 100Base-T. Quase todos os grandes fabricantes de equipamentos de automação já possuem este padrão implementado.

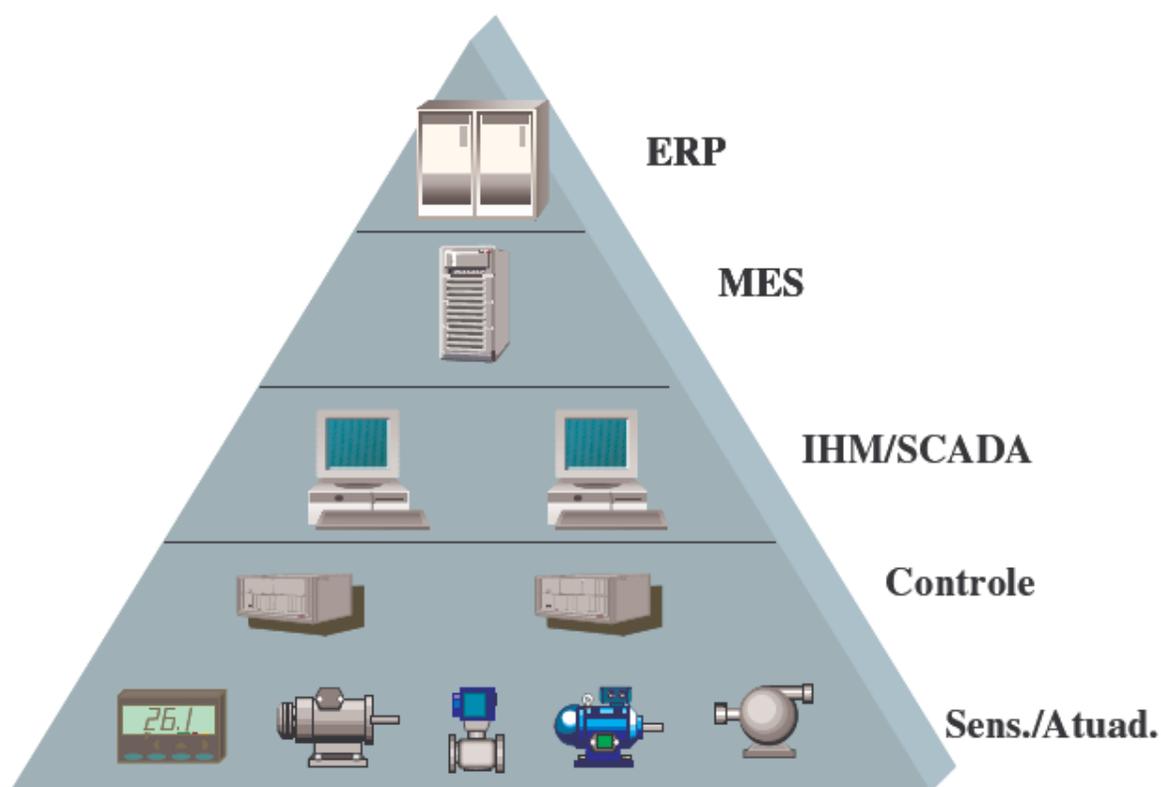


Figura 1. Hierarquia de sistemas de automação.



Figura 2. Função das camadas de uma hierarquia de automação.

Os sistemas SCADA são os sistemas de supervisão de processos industriais que coletam dados do processo através de remotas industriais, principalmente Controladores Lógico Programáveis, formatam estes dados, e os apresenta ao operador em uma multiplicidade de formas. O objetivo principal dos sistemas SCADA é propiciar uma interface de alto nível do operador com o processo informando-o "em tempo real" de todos os eventos de importância da planta.

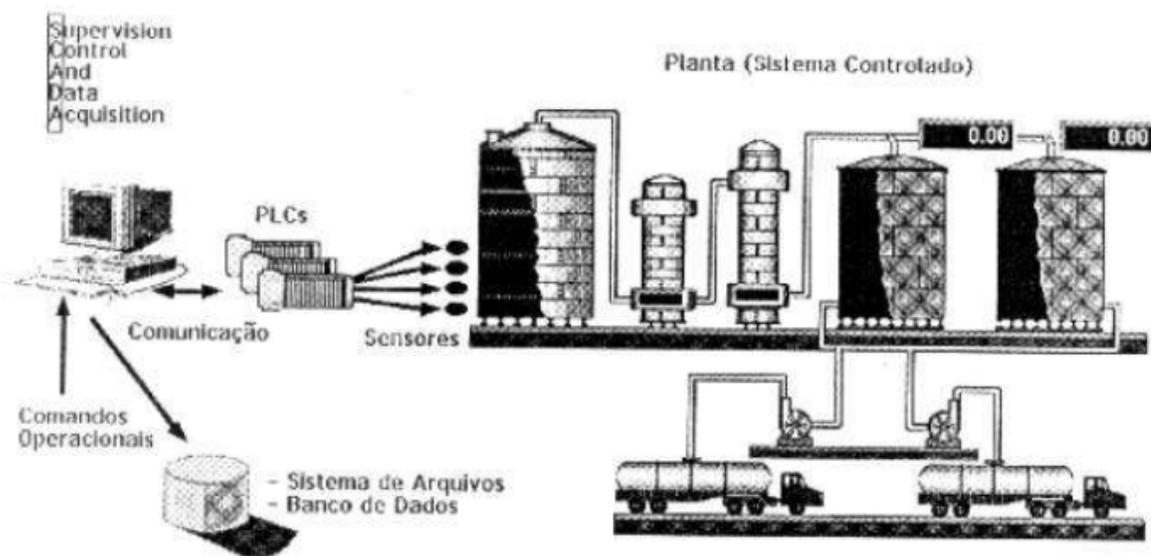


Figura 3. Exemplo de Sistema SCADA

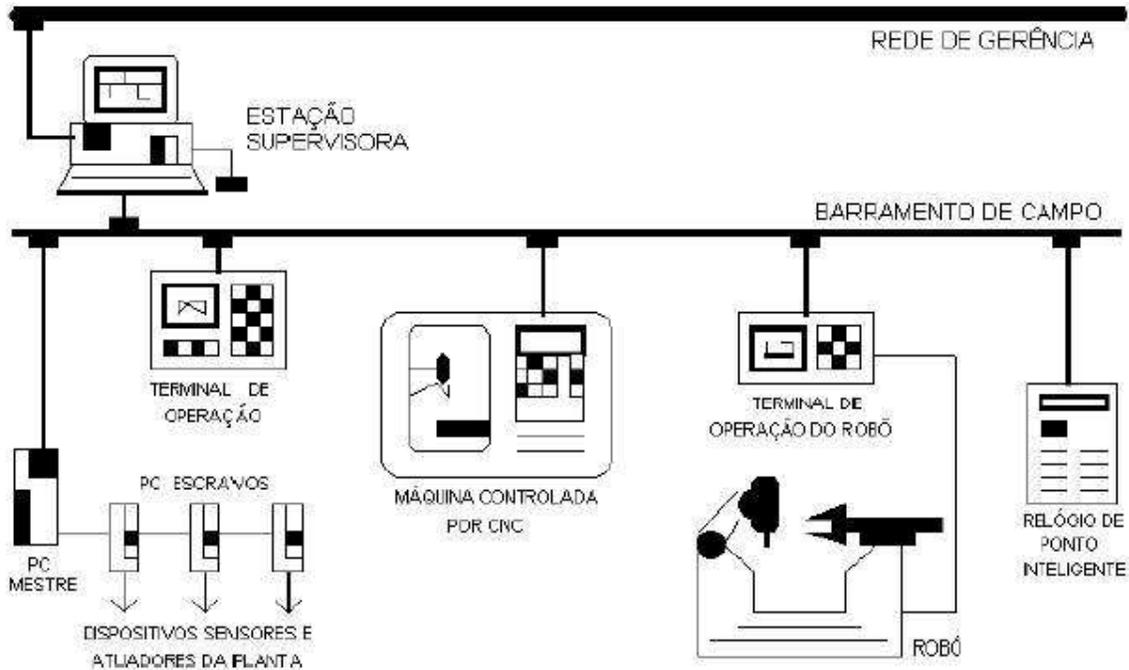


Figura 4. Exemplo de Arquitetura de uma rede SCADA.

a) 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.

b) Funções de operação:

Atualmente os sistemas SCADA substituíram com vantagens as funções da mesa de controle. As funções de operação incluem: ligar e desligar equipamentos e seqüência de equipamentos, operação de malhas PID, mudança de modo de operação de equipamentos, etc.

c) Funções de controle:

Controle DDC ("Digital Direct Control") Alguns sistemas de supervisão possuem uma linguagem que permite definir diretamente ações de controle, sem depender de um nível intermediário de controle representado por remotas inteligentes. Todas as operações de entrada e saída são executadas diretamente através de cartões de I/O ligados diretamente ao barramento do micro, ou por remotas mais simples. Os dados são amostrados, um algoritmo de controle como um controlador PID, por exemplo, é executado, e a saída é aplicada ao processo (ação direta sobre uma variável manipulada). Isto, entretanto só é possível quando a velocidade do processo assim o permite. Em alguns casos, requisitos de confiabilidade tornam desaconselhável este tipo de solução.

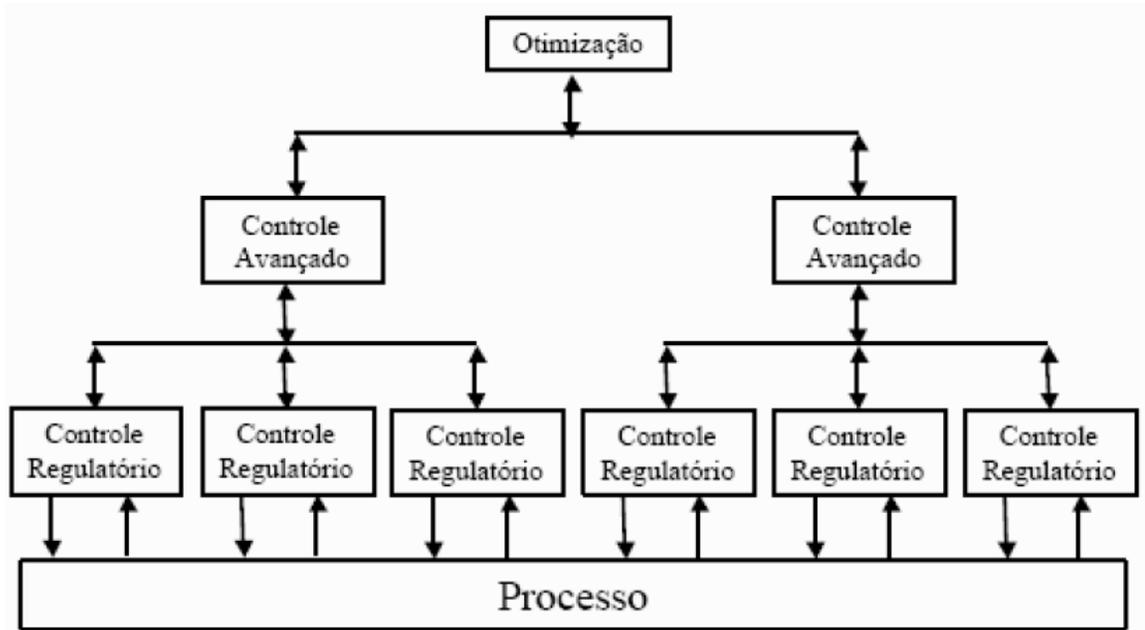


Figura 5. Hierarquia de sistemas de controle

ESTAÇÕES DE UM SISTEMA SCADA

É importante deixar claro, inicialmente, alguns conceitos importantes relacionado à aplicação dos softwares:

Estação (Nó): Estação (nó) é qualquer computador que esteja rodando um software supervisor. Estação (nó) local é aquela em que se está operando ou configurando e estação (nó) remota é aquela que é acessada através de um link de comunicação.

Estação independente ("Stand Alone"): É uma estação que desempenha todas funções de um sistema de supervisão não conectada a uma rede de comunicação.

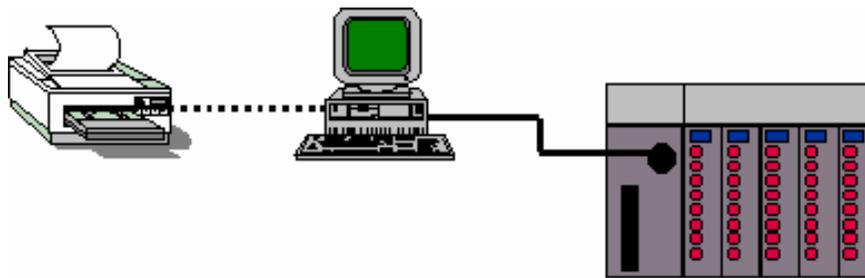


Figura 6. Estação stand alone.

Estação servidora de Base de Dados (Servidor "SCADA"): É uma estação que executa a função de aquisição de dados.

Estação de Monitoração e Operação: É uma estação que permite que o operador monitore o processo, altere parâmetros do processo, reconheça alarmes e mais algumas tarefas de operação de processo mas não permite alterar a configuração de telas nem da base de dados.

Estação de Gerência: É uma estação que permite a gerentes, supervisores ou quaisquer outras pessoas terem acesso aos dados de processo em forma de relatórios, gráficos e telas, sendo que reconhecimentos de alarme ou alteração de parâmetros do processo, entre outras tarefas de operação, não poderão ser realizadas nesta estação.

COMPONENTES LÓGICOS DE UM SISTEMA SCADA

Internamente, os sistemas SCADA geralmente dividem suas principais tarefas em blocos ou módulos, que vão permitir maior ou menor flexibilidade e robustez, de acordo com a solução desejada.

Em linhas gerais, podemos dividir essas tarefas em:

- Núcleo de processamento;
- Comunicação com PLCs/RTUs (DRIVER RUNTIME);
- Gerenciamento de Alarmes (ALARM);
- Banco de Dados (TAG'S DATABASE);
- Históricos (TREND);
- Lógicas de programação interna (Scripts) ou controle (MATH);
- Interface gráfica (VIEWER);
- Relatórios (REPORTS);
- Comunicação com outras estações SCADA (TCP/IP, DDE, ODBC);
- Comunicação com Sistemas Externos / Corporativos;
- Outros.

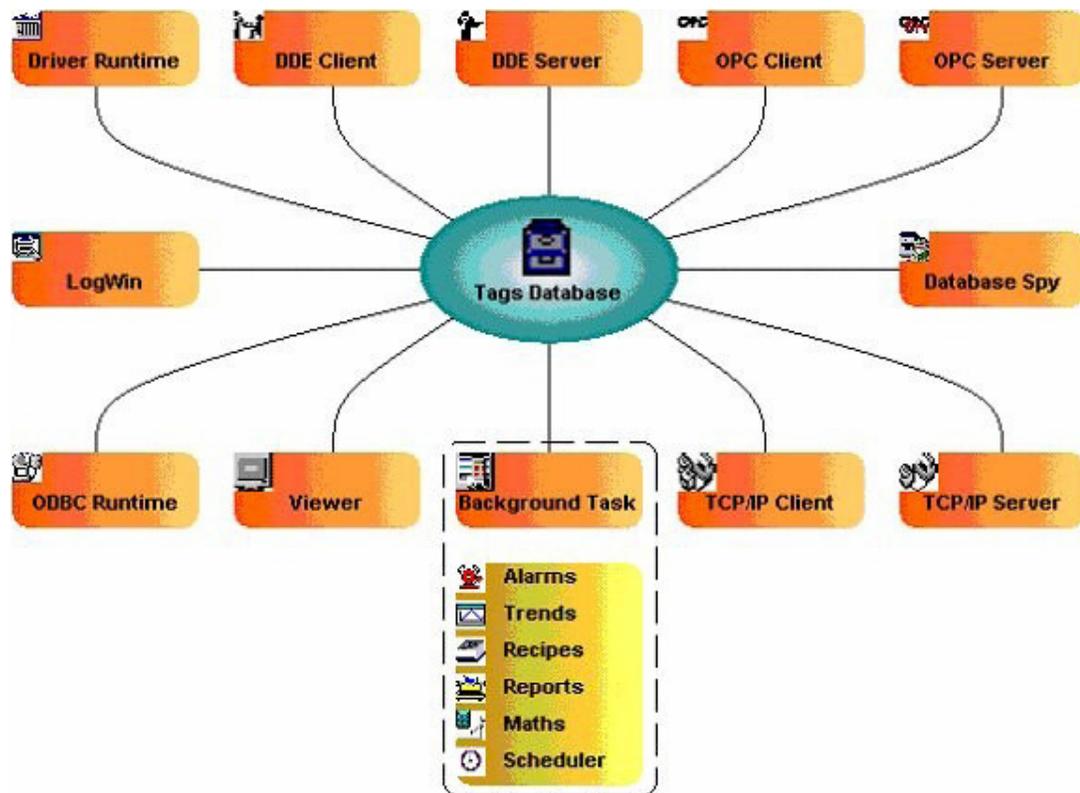


Figura 7.

A regra geral para o funcionamento de um sistema SCADA parte dos processos de comunicação com os equipamentos de campo, 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 à forma esperada 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.

As tecnologias computacionais utilizadas para o desenvolvimento dos sistemas SCADA têm evoluído bastante nos últimos anos, de forma a permitir que, cada vez mais, aumente sua confiabilidade, flexibilidade e conectividade, além de incluir novas ferramentas que permitem diminuir cada vez mais o tempo gasto na configuração e adaptação do sistema às necessidades de cada instalação.

APRESENTAÇÃO GRÁFICA

Fornecem uma representação gráfica geral da planta em substituição aos painéis sinóticos tradicionais. Cada sinótico representa uma área do processo em um certo nível de detalhe. Para se obter uma visão mais detalhada de uma determinada área pode-se recorrer a um novo sinótico, a um sinótico de hierarquia inferior (sub-sinótico), ou a uma visão de uma outra camada do mesmo sinótico (sistema "multi layer").

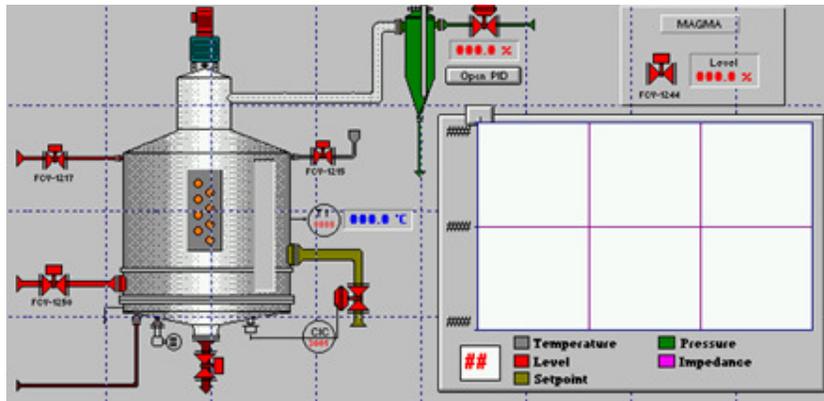


Figura 8. Exemplo de uma apresentação gráfica

No sistema gráfico ao contrário, o desenho é formado livremente pela combinação de entidades geométricas fundamentais como retas, retângulos, elipses e círculos, texto bitmapeado e vetorados ("stroke-fonts"), arcos, splines, curvas de bézier, etc. Após definidos, os símbolos são armazenados numa biblioteca. Se a representação armazenada corresponde à descrição das entidades geométricas temos um sinóptico orientado para geometria. Se o símbolo armazenado corresponde a uma configuração fixa de bits (mapa de bits), temos um editor bitmapeado. O construtor de sinópticos é a ferramenta que permite ao usuário criar novos sinópticos. De preferência deve ser possível se usar o construtor com o sistema on-line. Alguns construtores são editores gráficos que definem duas estruturas de dados básicas: uma para a máscara e outra para os campos dinâmicos. Alguns construtores, entretanto necessitam compilar a descrição de campos para obter um código executável para as animações.

GERENCIADOR DE ALARMES

Este módulo está presente em todos os sistemas SCADA. Ele recebe os eventos excepcionais do processo e os registra identificando:

- Data e hora do evento;
- Variável alarmada;
- Valor no momento do alarme;
- Descrição do evento;
- Data e hora de normalização do evento;
- Status do evento: alarmado, normalizado, reconhecido pelo operador.

Os eventos são armazenados em um buffer circular em disco ou memória que armazena os últimos eventos correspondendo geralmente a um turno de operação. Após este prazo, o arquivo pode ser salvo em disco para análise histórica, transferido para outro computador de maior capacidade de armazenamento ou simplesmente descartado. A interface com

operador se dá geralmente de duas formas: Uma janela de alarmes exibe os alarmes mais recentes. O operador pode solicitar a exibição de uma página de alarmes contendo uma certa quantidade de alarmes recentes e depois navegar para frente e para trás até encontrar o evento de interesse.

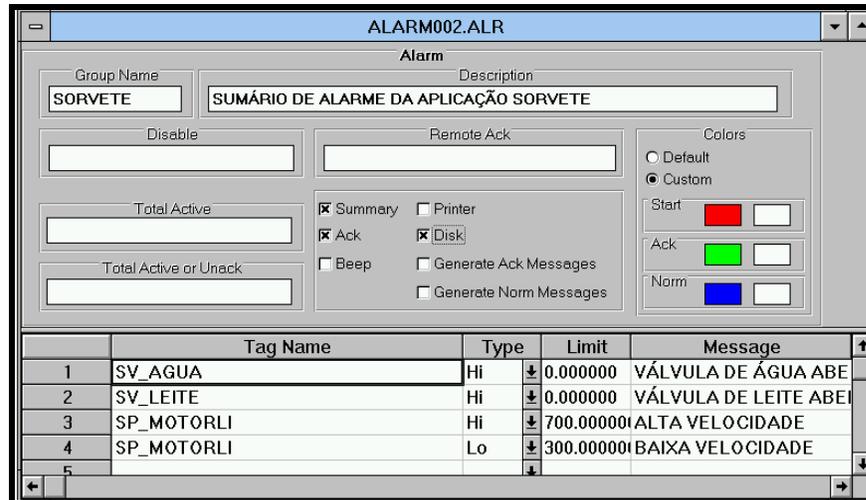


Figura 9. Exemplo de tela de configuração de alarmes.

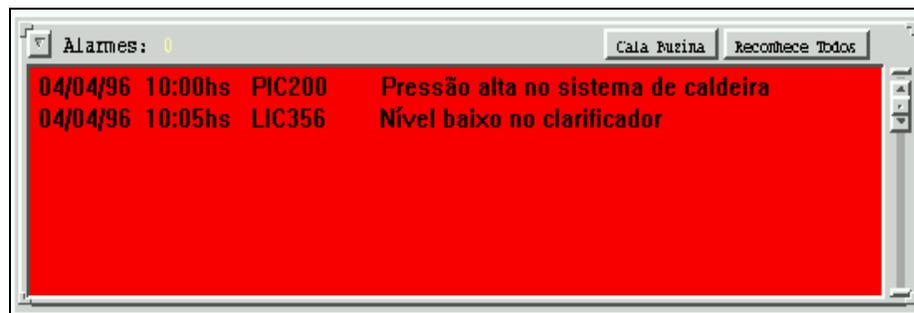


Figura 10. Exemplo de tela sumário de alarmes.

Quando um alarme ocorre o operador é avisado através de uma buzina, música ou por um speech maker. O operador deve declarar que está ciente do problema, reconhecendo o alarme mais recente ou todos os alarmes simultaneamente. O alarme mais recente é então substituído na tela por outro alarme que ainda não tenha tido a oportunidade de se manifestar.

REGISTRADOR DE TENDÊNCIA

Desenha um gráfico de tendência de uma dada variável, geralmente analógica, em função do tempo. Um gráfico de tendência pode ter, normalmente, de 1 a 8 penas. O usuário deverá definir duas coisas:

- Quais variáveis devem ser amostradas pelo sistema sincronamente com um relógio e com qual frequência;

- Para cada gráfico, quais das variáveis registradas devem ser exibidas simultaneamente em uma mesma tela.



Figura 11. Exemplo de um gráfico de tendência

Os períodos de amostragem que variam tipicamente de 100 ms a 1 hora devem ser escolhidos de acordo com a velocidade real do processo. É normal escolher um período para cada tipo de variável (temperatura, nível, pressão, etc). Os dados são geralmente armazenados em um buffer circular. O período total de armazenagem de dados irá depender do período de amostragem e do tamanho do buffer.

As operações possíveis neste tipo de gráfico são:

- a) Movimentação de cursor: Um cursor gráfico vertical (dial) é passeado pela figura fornecendo a leitura dos pontos onde o cursor intercepta as curvas. Serve para examinar os valores críticos da variável e o momento em que um evento ocorre.
- b) Paginação: Realiza paginação horizontal do gráfico para visualização dos pontos passados.
- c) Zoom horizontal e vertical: Realiza ampliação da parte do gráfico selecionada por uma janela de edição. A redução de escala pode ser feita para se retornar a escala original, ou para uma atingir uma escala reduzida, gerada pela compressão dos dados armazenados.

TENDÊNCIA HISTÓRICA

Quando se deseja armazenar valores de variáveis em disco por longos períodos de tempo (até 1 ano) se recorre ao registro histórico. O registro histórico possui um período de amostragem tipicamente maior que o da tendência instantânea (alguns minutos). Os valores amostrados podem ser:

- Os valores instantâneos da variável no instante da amostragem histórica;
- Valores resultantes da compactação de amostras de tendência instantânea coletados a períodos inferiores.

Nos sistemas mais recentes, podem-se visualizar os gráficos de tendência instantânea e histórica de forma concatenada em um único sistema de coordenadas. Hoje se prefere realizar todas as funções históricas de um sistema SCADA em um software externo denominado PIMS (Process/Plant Information Management System). Os PIMS possuem melhores algoritmos de compressão de dados e armazenam tipicamente 5 anos de operação em um winchester de dimensões normais (20 Gbytes). Os sistemas PIMS possuem uma riquíssima variedade de funções para manipulação dos registros históricos:

- a) Rápida importação de variáveis de processo através do tag browser. Você escolhe uma variável do dicionário de dados e arrasta o tag para o sinóptico. O número de penas simultâneas é ilimitado;
- b) Um gráfico de tendência configurado desta maneira pode ser salvo e constituir uma vista personalizada do processo de um operador em particular;
- c) Além das funções de panning e zoom, podemos inserir múltiplos cursores no gráfico para visualização dos valores das variáveis;
- d) Pode-se incluir o sinóptico em uma mensagem e enviá-la por e-mail a algum especialista que esteja em casa e queira analisar os dados;
- e) Podemos suspender a impressão de qualquer das penas por tempo indeterminado;
- f) Etc.

GERADOR DE RELATÓRIOS

Até agora os únicos dados armazenados em disco foram os relativos aos registros de tendência instantânea e histórica. Evidentemente uma das principais funções dos sistemas SCADA reside na sua capacidade de armazenar dados e produzir relatórios de produção ao final de um turno, dia ou mês. Os relatórios de produção incluindo os relatórios de balanço de massa ou energia demonstram quanto uma determinada planta produziu, quanto consumiu de insumos, de energia, etc e constituem o principal relatório de interesse gerencial. Outro alvo de interesse, desta vez, por parte do pessoal da manutenção são os relatórios de monitoramento de equipamentos que dizem quando cada equipamento parou, por que parou e por quanto tempo ficou parado. O usuário deve definir as variáveis

que farão parte do relatório e o seu período (ou instante) de amostragem. A armazenagem de um dado pode estar vinculada a um evento e não apenas a um horário. Isto é muito comum em sistemas de batelada. Depois deverá ser definido o formato do relatório e o instante de sua impressão (final do turno, dia, etc).

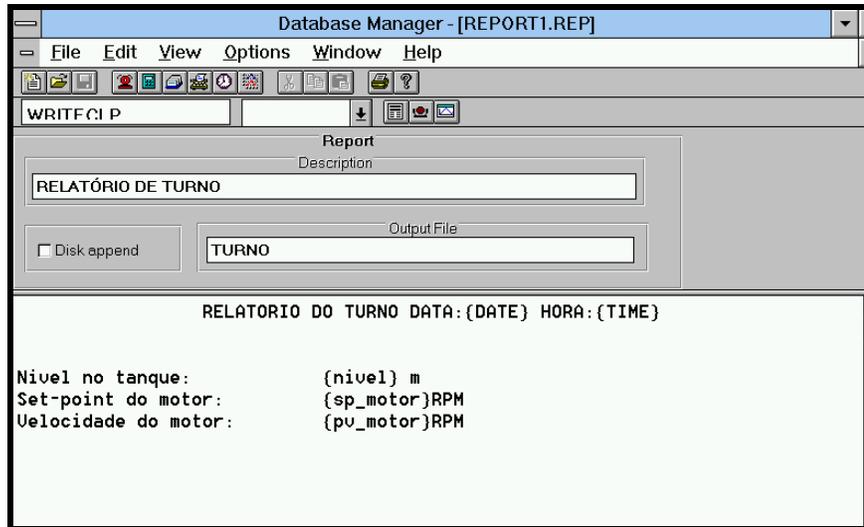


Figura 12. Exemplo de tela de configuração de relatórios.

CONSTRUTOR DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Alguns sistemas supervisórios possuem uma linguagem procedimental ou gráfica (blocos lógicos) para descrever procedimentos de controle a serem realizados em nível de supervisão.

Basicamente as funções de um construtor de estratégias podem ser agrupadas nas seguintes bibliotecas:

- a) Biblioteca de entrada e saída: Realiza leitura e escrita de variáveis na RTU, solicita dados ao operador.
- b) Biblioteca de funções matemáticas: funções convencionais + Max, Min, Média, Alarm, etc.
- c) Biblioteca de funções lógicas: And, Or, Xor, Not, Pulso, etc.
- d) Biblioteca de funções de controle: PID, PI, etc.
- e) Biblioteca de funções de tratamento de sinais: Lead_Lag, Atraso, Interpolação linear em tabela, Filtro, Função Log após ganho e offset, Função Exp após ganho e offset, Aplicação de ruído, Totalização (integração), Derivação.

Em sistemas supervisórios mais recentes, o construtor de estratégias tem sido totalmente substituído por um módulo que programa as funções típicas de um CLP utilizando as linguagens do padrão IEC 61131-3.

LOG DE EVENTOS

Registra no arquivo de diário de bordo todos os eventos relevantes de operação, com data, hora, descrição do evento e operador “logado” na hora do evento. Os eventos de interesse geralmente são:

- Eventos de configuração da base de dados;
- Eventos de operação críticos tais como: ação sobre malhas de controle, partida e parada da planta ou de equipamentos críticos, etc.

Este registro está vinculado à existência de um sistema de senhas para identificar cada operador que assuma a operação. O operador que deixa a operação deverá realizar o logoff da estação enquanto o novo realiza o login, identificando-se.

RECEITAS

Uma Receita é um conjunto de valores pré-definidos que podem ser carregados para um grupo de tags a fim de configurar um processo específico. Esta lista de tags também se chama modelo de receita.

Por exemplo, seja uma máquina que fabrica diferentes tipos de parafusos. As variáveis envolvidas no processo são sempre as mesmas, mas seus valores provavelmente irão mudar dependendo do tipo de parafuso que se quer produzir. Supondo que você tem diferentes configurações de máquina para cada tipo de parafuso, estes valores poderiam ser gravados em uma receita e serem posteriormente carregados em tags de controle, facilitando a tarefa do operador e evitando erros.

Dessa maneira, podemos criar um modelo de receita “Parafuso” com diversas receitas “Fenda Philips”, “Fenda Torx”, “Fenda Simples” e assim por diante. Para que sejam recuperados quando necessário, os modelos e os dados de uma receita são armazenados em disco, em um “arquivo de receitas”.

LINGUAGEM PARA DEFINIÇÃO DE APLICAÇÃO DO USUÁRIO

Permite ao usuário criar seus próprios programas associados à ocorrência de algum tipo de evento. Os eventos podem ter diversas naturezas. Alguns supervisórios contemplam apenas parte destes eventos. Hoje a compreensão da natureza dos eventos possíveis de ocorrer tem trazido alto grau de generalidade às ferramentas. Alguns eventos possíveis são: Variação de um dado de processo, atendimento de uma condição de processo, acionamento de uma tecla especial, clique do mouse sobre um objeto ativo (pushbutton), lançamento de uma aplicação, abertura de uma janela, dentre outros.

Seja, por exemplo, o evento gerado pelo acionamento de uma tecla especial do teclado. O programa pode ser programado para ser ativado: ao se apertar a tecla; enquanto a tecla permanecer apertada; ao se aliviar a tecla.

Outro exemplo seria um evento associado a uma condição (equação booleana envolvendo valores de variáveis de processo) que causa a execução de um Script: quando a expressão se tornar verdadeira; enquanto a expressão for verdadeira; quando a expressão se tornar falsa ou enquanto a expressão for falsa.

OS OBJETOS DE UM SUPERVISÓRIO

Cada sistema SCADA irá gerenciar um certo número de objetos também denominados entidades que descrevem as variáveis de processo controladas e os elementos habituais de uma mesa de controle. Embora este número varie de um sistema para outro, existe um consenso em relação às suas características básicas.

A atividade de configuração de um supervisório inicia geralmente na definição de cada variável de processo na base de dados. Em todo o sistema existem basicamente duas variáveis simples ou primitivas e alguma variáveis compostas formadas a partir destas.

VARIÁVEIS SIMPLES

Variável analógica: Descreve uma variável analógica de entrada. O CLP já converte esta leitura para um valor digital quantizado em 12 bits (0 a 4095).

Principais atributos:

- a) Tag: conjunto de até 12 caracteres descrevendo o nome da variável
- b) Texto: Descrição sucinta da variável
- c) Unidade de Engenharia (UEng): unidade de medida, por exemplo: ton./h, °C, metros, etc.
- d) Valor: último valor lido da variável
- e) Lim inferior: valor em UEng ser atribuído ao valor 0% da variável.
- f) Lim superior: valor em UEng a ser atribuído ao valor 100% da variável
- g) Limite HH: valor em UEng para alarme Muito Alto
- h) Limite H: valor em UEng para alarme Alto
- i) Limite L: valor em UEng para alarme Baixo
- j) Limite LL: valor em UEng para alarme Muito Baixo
- k) Histerese: valor percentual de histerese para geração de alarmes. Serve para evitar múltiplos alarmes quando o valor da variável cruza uma das faixas definidas pelos valores limites.

l) Filtro: Somente quando o valor da variável variar mais que o limite especificado (filtro) é que o valor em tela será atualizado.

m) Endereço: Corresponde ao endereço da variável no CLP.

Os valores limites definem 5 faixas de operação para a variável. Quando a variável cruza uma destas fronteiras um alarme é dado para o operador. Em geral os valores da variável na tela dependem das cores atribuídas a cada faixa. Estas cores em geral são as mesmas para todas as variáveis.

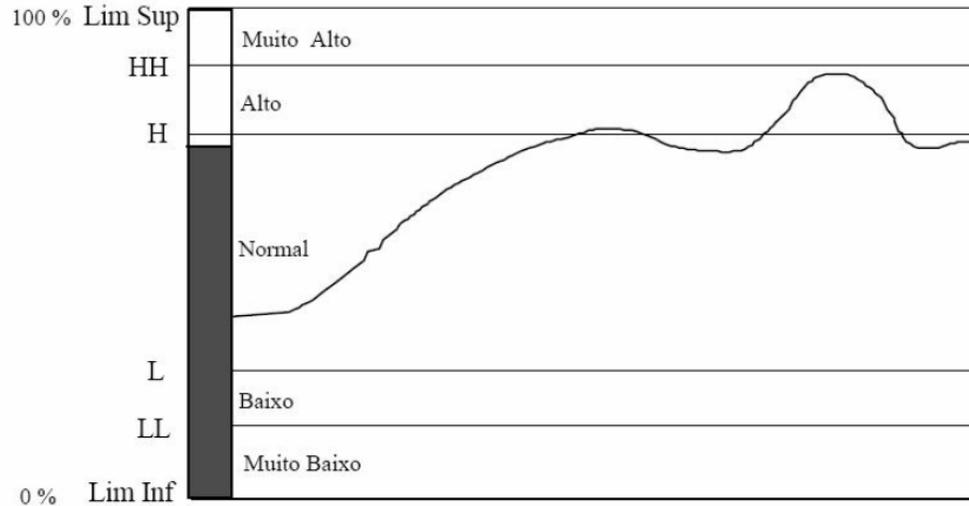


Figura 13. Faixas de uma variável analógica

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

Principais atributos:

- a) Tag: nome da variável
- b) Texto: Descrição sucinta da variável
- c) Descrição do estado: texto a ser atribuído aos estados 0 e 1 da variável. Pode corresponder a 2 strings ou a um índice para uma tabela que contém os textos a serem associados a cada tipo de variável, por exemplo: Aberto/Fechado para válvulas, Ligado/Desligado para motores etc,
- d) Endereço: endereço da variável na memória do CLP
- e) Tipo: Diz se a variável desempenha alguma função importante como, por exemplo: bit de Funcionando, Pronto para Partir ou Defeito de algum equipamento.
- f) Valor: valor corrente do ponto

g) Alarme: Determina a classificação do alarme associado ao ponto: Crítico, Urgente, Alarme, Evento, Sem alarme. O sistema também define que tipo de ação será realizada para cada classe de alarme.

O valor normal para uma variável discreta é sempre convencionado para todas as variáveis em conjunto para maior facilidade de interpretação por parte do operador e pessoal da manutenção.

Em alguns sistemas é possível definir agregados de variáveis discretas (bit strings), definir cores e textos para cada estado (2n), etc.

VARIÁVEIS COMPOSTAS

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:

TOTALIZADOR

Totaliza uma variável analógica diretamente ou reproduz um valor totalizado pelo CLP. O input da totalização tanto pode ser um valor analógico (fluxo ou vazão) ou pulsos associados a uma variável discreta (totalizador de pulsos). Neste último caso, a cada pulso, um incremento pré determinado é aplicado ao valor totalizado.

O operador pode a qualquer tempo zerar o valor totalizado. Assim é conveniente definir três atributos básicos:

Ø Valor totalizado sem reset: não pode ser zerado pelo operador.

Ø Valor totalizado com reset: pode ser zerado pelo operador ao final de um turno, dia, mês, etc

Ø Data de reset: armazena a data e hora da última ação de reset.

CONTROLADOR PID

Descrevem um controlador PID independente de sua encarnação física. Um sistema supervisão moderno é capaz de comandar dezenas de malhas de controle que na verdade são implementadas no nível inferior de controle representado pelos CLP, Single loops e Multi loops.

Os parâmetros de configuração definidos são enviados para a memória do controlador. O operador pode então realizar a sintonia da malha durante o start-up do sistema, guiado por uma tela de tendência que plota os valores de variável medida, set-point e variável manipulada em função do tempo (tuning) ou usando uma ferramenta qualquer de sintonia.

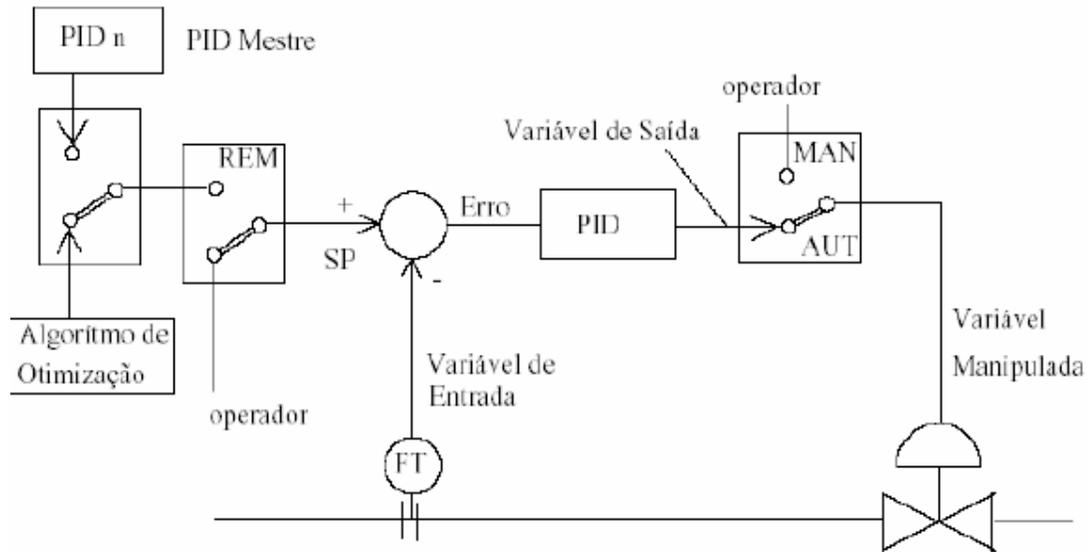


Figura 14. Malha PID típica

A partir daí as únicas operações possíveis são mudar o modo de operação da malha ou o seu set-point.

Atributos típicos:

- a) Tag: identificação da malha de controle.
- b) Texto: descrição da malha.
- c) Variável de entrada: identificação da variável de entrada (medida) da malha.
- d) Constantes: K_c , T_i , T_d para sintonia da malha. e) Modo: modo de operação da malha PID:
 - Modo Manual: O operador age diretamente sobre a variável de saída do bloco PID (variável manipulada).
 - Modo Automático: A ação se dá sobre o set-point da malha.
- i. Modo Automático Local: O próprio operador define o valor do setpoint.
- i. Modo Automático Remoto: O set-point é definido externamente: pela variável de saída de outra malha em cascata (malha mestre) ou por um valor decorrente de algoritmo de otimização executado pelo supervisor.
- f) Identificação da Malha Mestre (quando aplicar)
- g) Endereço: Endereço base do bloco de parâmetros PID na memória do CLP
- h) Identificação do operador que definiu ou sintonizou a malha
- i) Banda morta

j) Limite máximo e mínimo da variável de saída k) Polarização (bias)

EQUIPAMENTO

Corresponde a um equipamento de processo qualquer: motor, classificador espiral, transportador de correia, reator, etc.

Seus principais atributos são:

a) Tag: Identificação do equipamento

b) Texto: Descrição do equipamento

c) Bits de status: Cada equipamento possui uma série de bits típicos de entrada para o supervisor, que em suma são função da filosofia de programação de funcionamento destes equipamentos em nível do CLP, por exemplo:

- FUN - bit que avisa ao supervisor que o equipamento está funcionando
- PPP - bit que sinaliza que o equipamento está pronto para partir (pronto para operar)
- DEF - Bit que diz que o equipamento está com defeito (or lógico de todos os bits de defeito do equipamento)

Além destes bits hoje é normal enviar para o supervisor todos os bits de defeito que discriminam qual o problema ocorrido. Estes bits são utilizados para alarme, diagnóstico, e para guias de operação no caso dos sistemas inteligentes.

- MODO: um, dois ou três bits que discriminam o modo de operação do equipamento:
- LOCAL/REMOTO: diz se o comando está sendo dado pela central de controle ou pelo painel de comando local do equipamento.
- OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO: diz se o equipamento está sendo comandado pela seqüência a qual pertence ou isoladamente para manutenção, ETC

d) Bits de comando: São bits de saída do supervisor para o equipamento permitindo realizar ações de comando:

- LIGA: comando de liga para o equipamento.
- DESLIGA: comando de desliga
- MODO: definição de um novo modo para o equipamento.

e) Horímetro: Fornece o total de horas de operação do equipamento

SEQÜÊNCIA OU GRUPO

É um conjunto de equipamentos intertravados que pode ser tratado do ponto de vista lógico como uma única entidade. Cada seqüência é composta tipicamente por 8 ou mais equipamentos. Por exemplo: o conjunto de motores e outros subsistemas que compõem um moinho de bolas pode ser tratado de forma unificada pelo sistema, já que todos os equipamentos que o compõem partem e operam em conjunto de forma intertravada. Um equipamento pode pertencer a diversas seqüências diferentes. Por exemplo, um transportador de correia do pátio de um porto pode estar conectado a diversas rotas de transferência de minério de acordo com o tipo de minério sendo carregado, píer de embarque, etc.

Atributos típicos:

- a) Tag: Identificação da seqüência
- b) Texto: Descrição da seqüência
- c) Equipamentos: Relação dos equipamentos que compõem a seqüência.
- d) Bits de status: semelhantes aos bits de status de um equipamento: Funcionando, Pronto para Partir, Defeito.
- e) Modos de Operação: Basicamente a seqüência pode operar em Remoto, onde todos os equipamento estão intertravados e são operados pelo supervisor, ou em Local onde cada equipamento é operado independentemente. A partida se inicia pelo equipamento cabeça da seqüência,
- f) Bits de comando: Servem para ligar desligar ou mudar o modo de operação de todos os equipamentos de uma seqüência.

CÁLCULO

Nem todas as variáveis de interesse podem ser amostradas diretamente do processo. Às vezes estamos interessados no comportamento de uma variável que não é medida, mas que pode ser inferida a partir de diversas outras variáveis. Por exemplo, calcular a potência ativa a partir dos valores de tensão, corrente e fator de potência.

Cálculos como estes em geral são definidos a partir de uma linguagem procedimental que deve conter no mínimo:

- Funções de acesso a valores de variáveis do processo.
- Funções aritméticas fundamentais: soma, subtração, multiplicação, divisão, mod.
- Funções booleanas: and, or, xor e not.
- Funções transcendentais: trigonométricas, exponenciais, logarítmicas, radiciação, etc.

- Instruções condicionais: if ...then... else...
- Lógica de parênteses
- Funções de manipulação de texto

O tipo retornado de um cálculo geralmente é um valor real, um valor booleano ou um string. A chamada de um cálculo que envolve um outro cálculo deve referenciar sempre ao último valor calculado para se evitar chamadas recursivas infinitas.

A variável calculada deve se comportar como um ponto qualquer amostrado diretamente do processo e permitir:

- Gerar valores instantâneos para exibição em sinóticos segundo diversas formas.
- Gerar valores para base de dados histórica.

Processadores de expressões também são úteis para diversas finalidades dentro de um sistema de supervisão como, por exemplo, para criar campos virtuais em planilhas e geradores de relatórios.

Outras entidades podem ser definidas dependendo do tipo de processo como Chaves de Seleção, Chaves de Habilitação, Tanques, Constantes Paramétricas, Rotas, etc.

COMPONENTES FÍSICOS DE UM SISTEMA DE SUPERVISÃO

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada, em: sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição/controle) e de monitoração central (sistema computacional SCADA).

Os sensores são dispositivos 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. Os atuadores são utilizados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos.

O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, PLCs (Programmable Logic Controllers) e RTUs (Remote Terminal Units), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão 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.

A rede de comunicação é a plataforma por onde as informação fluem dos PLCs/RTUs para o sistema SCADA e, 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.

As estações de monitoração central são as unidades principais dos sistemas SCADA, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir em conformidade com os eventos detectados, podendo ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas.

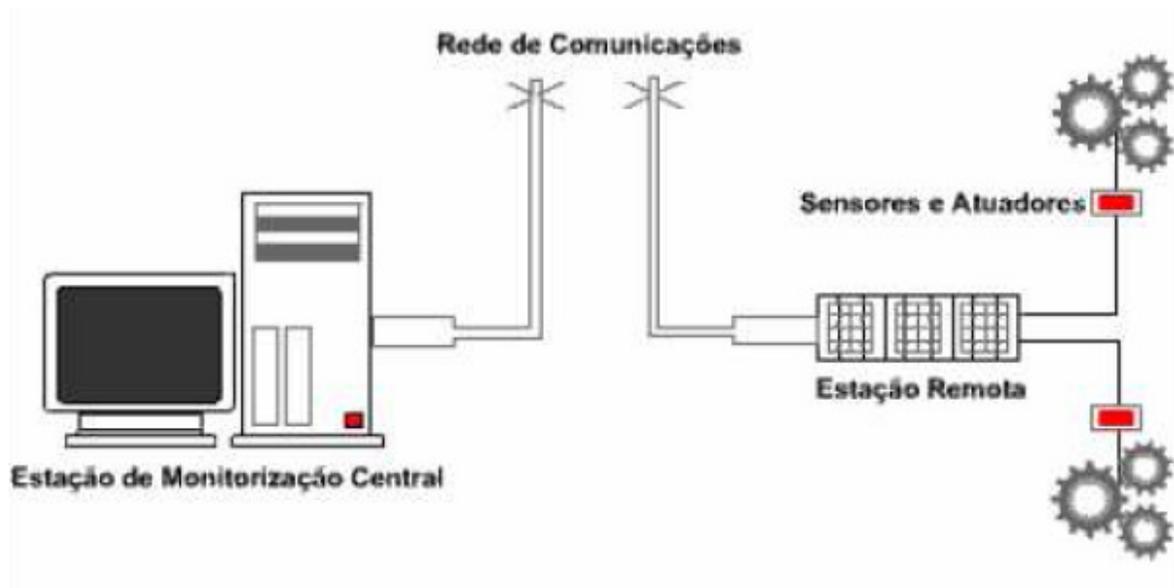


Figura 15. Sistema de supervisão e controle

MODOS DE COMUNICAÇÃO

A principal funcionalidade de qualquer sistema SCADA está ligada à troca de informações, que podem ser, basicamente:

- Comunicação com os PLCs/RTUs;
- Comunicação com outras estações SCADA;
- Comunicação com outros sistemas.

A comunicação com os equipamentos de campo, realizada através de um protocolo em comum, cuja metodologia pode ser tanto de domínio público ou de acesso restrito, geralmente pode ocorrer por polling ou por interrupção, normalmente designada por Report by Exception.

A comunicação por polling (ou Master/Slave) faz com que a estação central (Master) tenha controle absoluto das comunicações, efetuando seqüencialmente o polling aos dados de cada estação remota (Slave), que apenas responde à estação central após a recepção de um pedido, ou seja, em half-duplex. Isto traz simplicidade no processo de coleta de dados, inexistência de colisões no tráfego da rede, facilidade na detecção de falhas de ligação e uso de estações remotas não inteligentes. No entanto, traz incapacidade de comunicar situações à estação central por iniciativa das estações remotas.

Já a comunicação por interrupção ocorre quando o PLC ou o RTU monitora os seus valores de entrada e, ao detectar alterações significativas ou valores que ultrapassem os limites definidos, envia as informações para a estação central. Isto evita a transferência de informação desnecessária, diminuindo o tráfego na rede, além de permitir uma rápida detecção de informação urgente e a comunicação entre estações remotas (slave-to-slave). As desvantagens desta comunicação são que a estação central consegue detectar as falhas na ligação apenas depois de um determinado período (ou seja, quando efetua polling ao sistema) e são necessários outros métodos (ou mesmo ação por parte do operador) para obter os valores atualizados.

A comunicação com outras estações SCADA pode ocorrer através de um protocolo desenvolvido pelo próprio fabricante do sistema SCADA, ou através de um protocolo conhecido via rede Ethernet TCP/IP, linhas privadas ou discadas.

A Internet é cada vez mais utilizada como meio de comunicação para os sistemas SCADA. Através do uso de tecnologias relacionadas com a Internet, e padrões como Ethernet, TCP/IP, HTTP e HTML, é possível acessar e compartilhar dados entre áreas de produção e áreas de supervisão e controle de várias estações fabris. Através do uso de um browser de Internet, é possível controlar em tempo real, uma máquina localizada em qualquer parte do mundo.

O browser comunica com o servidor web através do protocolo http, e após o envio do pedido referente à operação pretendida, recebe a resposta na forma de uma página HTML.

Algumas das vantagens da utilização da Internet e do browser como interface de visualização SCADA são o modo simples de interação, ao qual a maioria das pessoas já está habituada, e a facilidade de manutenção do sistema, que precisa ocorrer somente no servidor. Já a comunicação com outros sistemas, como os de ordem corporativa, ou simplesmente outros coletores ou fornecedores de dados, pode se dar através da implementação de módulos específicos, via Bancos de Dados, ou outras tecnologias como o XML e o OPC.

OPC

Historicamente os integradores de sistemas tinham que implementar interfaces proprietários ou personalizados para extrair dados de dispositivos provenientes de diferentes produtores de hardware.

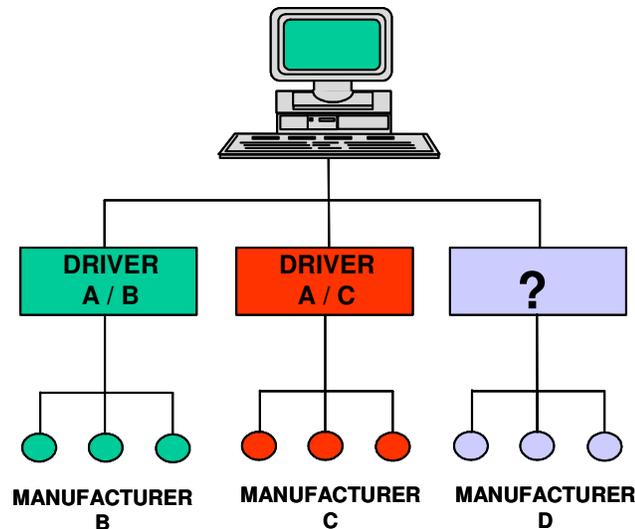


Figura 16. Utilização de driver de comunicação

Há alguns anos atrás a Microsoft introduziu as tecnologias OLE, COM e DCOM, permitindo às aplicações interoperar e comunicar com módulos distribuídos através de uma rede de computadores.

Com o objetivo de definir um standard para utilização das tecnologias OLE e COM em aplicações de controle de produção, os principais fabricantes de hardware e software constituíram uma organização, a OPC Foundation, da qual resultou o OPC (OLE for Process Control).

Atualmente está disponível uma API (Application Programming Interface) standard que permite a criação de aplicações que comuniquem com diferentes dispositivos. As vantagens do uso do OPC, entre outras, são as seguintes:

- Existência de uma única API para todos os servidores de OPC, de modo a que o código de uma aplicação cliente possa ser reutilizado em qualquer dispositivo;
- Oportunidade para desenvolver aplicações clientes em ambientes de desenvolvimento que utilizem COM e ActiveX, tais como Visual Basic, Visual C++ e Excel;
- Identificar os servidores que podem disponibilizar aos clientes determinados itens OPC. Um item OPC é um canal ou variável num dispositivo - normalmente um ponto de I/O - que um servidor monitoriza ou controla;
- Acesso distribuído e remoto através do DCOM

Um dos grandes problemas de se interfacear equipamentos e sistemas no chão de fábrica reside em se compatibilizar os protocolos da camada de aplicação. O MMS - Manufacturing Message Specification foi uma tentativa de padronização que, entretanto, fracassou por falta de adeptos. O padrão OPC foi inicialmente liderado pela Microsoft e especificado pela OPC Foundation. Este protocolo é hoje o padrão de fato da indústria. Imagine como faríamos para interfacear um sistema SCADA com um CLP há alguns anos

atrás. Imagine que este supervisório fosse o Factory Link da US Data e que o CLP fosse uma CPU da família 5 da Rockwell. O Factory Link era fornecido em várias versões, para diversos sistemas operacionais. O CLP 5 pode se comunicar com diversas redes diferentes, por exemplo com uma rede DH+.

O PC pode utilizar cartões de comunicação Rockwell, Sutherland-Schultz ou outro. O número de combinações é muito grande. Na prática, nós teríamos que utilizar ou desenvolver um driver que atendesse perfeitamente à combinação: Sistema SCADA (existem dezenas) / sistema operacional (várias opções), cartão de comunicação PC/CLP (várias fontes e possibilidade de rede). Isto implicava na existência de centenas de drivers de comunicação, que só atendiam a versões específicas da combinação de fatores apresentada acima. O protocolo OPC elimina esta situação. Um fabricante de CLP sempre fornecerá com o seu equipamento um servidor OPC. O fabricante de SCADA também fornecerá o cliente OPC. O mesmo acontece com um fornecedor de inversores, de relés inteligentes ou de qualquer outro dispositivo industrial inteligente. Um sistema SCADA também pode oferecer um servidor OPC para comunicação com outro sistema de aquisição de dados, por exemplo, um PIMS.

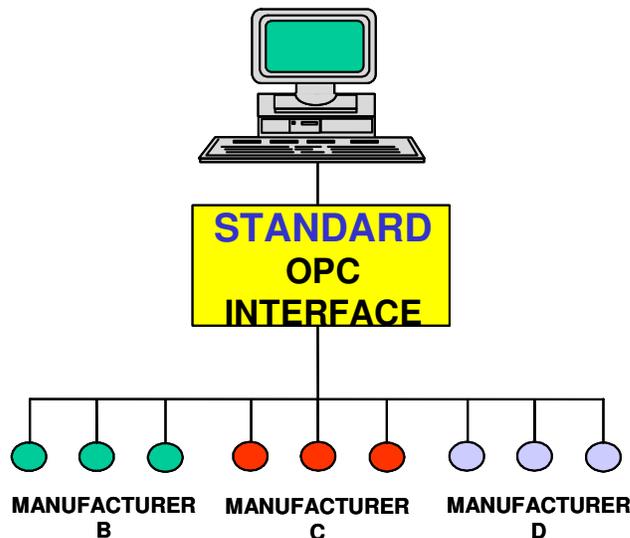


Figura 17. Utilização do OPC na comunicação

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.

Quais os tipos de dados providos pelo servidor OPC? 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 protocolo OPC é baseado no modelo de componentização criado pela Microsoft e denominado COM (Componet Object Model), uma maneira eficiente de se estabelecer interfaces para aplicações que substitui as chamadas de procedimento e as DLL usadas inicialmente para encapsular uma aplicação. O nome OPC: OLE for Process Control foi cunhado na época em que o COM era um modelo embrionário de comunicação entre aplicativos como o nome de OLE (Object Linking and Embedding).

O padrão OPC é baseado em comunicações cíclicas ou por exceção. Cada transação pode ter de 1 a milhares de itens de dados, o que torna o protocolo muito eficiente, superando o MMS para aplicações práticas, segundo técnicos da divisão Powertrain da GM. O protocolo OPC não resolve o problema de nomes globais. Você deve saber exatamente em que servidor uma dada variável pode ser encontrada. 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.

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 interface).
- 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.

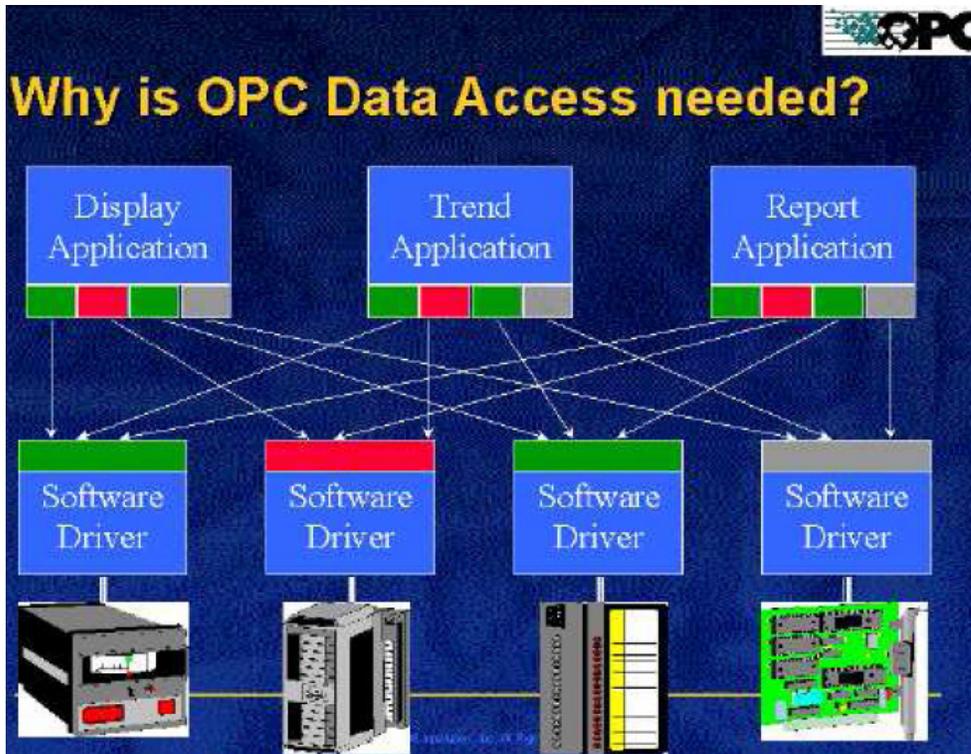


Figura 18. Acesso a dados de processo ponto a ponto antes do protocolo OPC

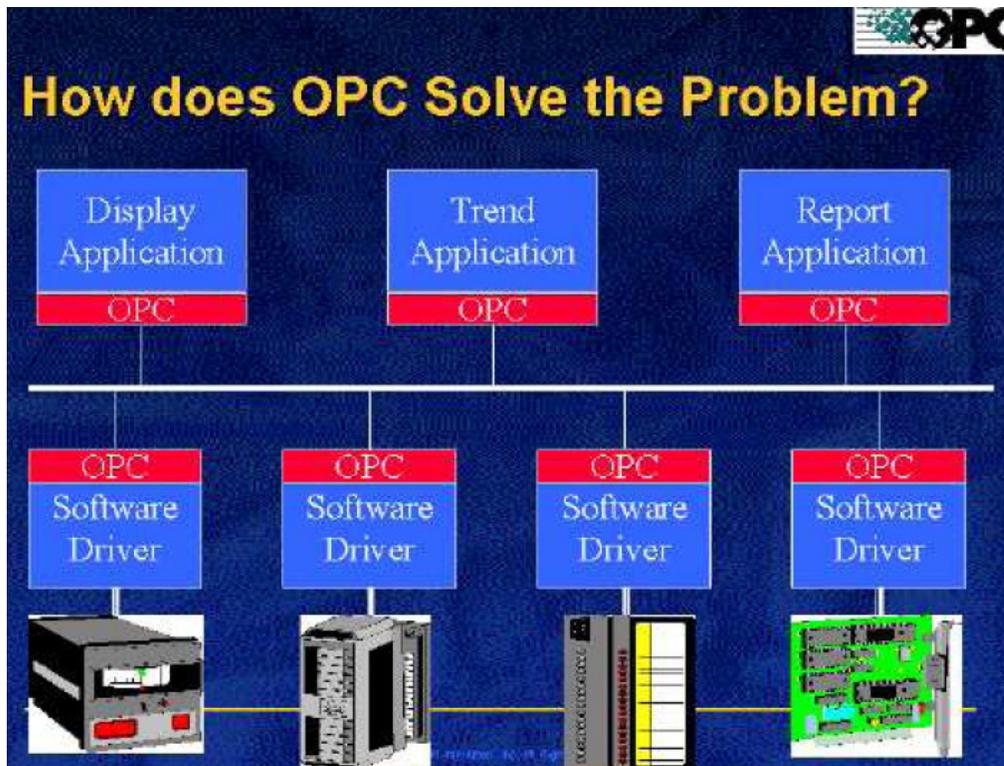


Figura 19. Acesso a dados de processo com protocolo OPC

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 (polling), 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 stamp, 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 (polling), 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.

DDE/NETDDE

O DDE (Dynamic Data Exchange) é um protocolo cliente-servidor, rápido e confiável, que permite a transferência de dados entre aplicações através do uso de mensagens do Windows.

O cliente e o servidor podem ser programados para interpretar os dados como um comando. Para a troca de mensagens entre máquinas remotas, existe um mecanismo homólogo denominado NETDDE.

O DDE é totalmente bit blind, ou seja, nem o cliente nem o servidor sabem se estão a comunicar com uma aplicação de 16 ou 32 bits. Na realidade o servidor desconhece se o cliente se encontra na mesma máquina ou não.

O DDE através da rede - NETDDE (Network Dynamic Data Exchange) - usa uma hierarquia de nomes semelhante ao DDE, contudo, neste caso os nomes do serviço e tópico foram alterados, respectivamente, para servidor DDE e share, representando o primeiro o nome do computador que desempenha as funções de servidor e o segundo os nomes do serviço e tópico da aplicação servidora.

O NETDDE usa o protocolo NetBIOS, que corre sobre TCP/IP, permitindo ao NETDDE utilizar a Internet.

DCOM

O DCOM (Distributed COM), é uma extensão do COM (Component Object Model), para suporte de comunicação entre objetos existentes em diferentes computadores dispersos por LANs, WANs e Internet.

Devido ao fato de que o DCOM é uma evolução do COM, é possível utilizar os investimentos existentes em aplicações, componentes, ferramentas e conhecimentos baseados em COM, tirando partido de que o DCOM manipula os detalhes de baixo nível dos protocolos de rede.

Nos sistemas operativos atuais os processos correm isolados uns dos outros. Um cliente que precise comunicar com um componente noutro processo não pode fazê-lo diretamente, tendo que usar uma forma de comunicação entre processos disponibilizada pelo sistema operativo.

O COM disponibiliza esta comunicação interceptando e enviando a chamada do cliente para o componente no outro processo.

Quando o cliente e o componente residem em máquinas diferentes, o DCOM substitui a comunicação local entre processos com um protocolo de rede, sem que o cliente ou o objeto se perceba de que a ligação entre eles se tornou mais distante.

A tecnologia DCOM disponibiliza um mecanismo que permite de modo transparente para o utilizador a expansão para além de um único nó, de modo a tirar vantagem das capacidades de desenvolvimento e controlo distribuído.

ACTIVEX

O objetivo principal da programação orientada ao objeto é a economia de tempo através do desenvolvimento de objetos e bibliotecas de objetos reutilizáveis.

A principal diferença entre as bibliotecas de objetos e as tradicionais bibliotecas de funções é que os objetos, para além de conterem as funções que operam sobre os dados, contêm também os dados sobre os quais operam, o que os torna auto-suficientes. As linguagens orientadas a objeto, nas quais os objetos são geralmente referidos como classes, suportam o encapsulamento, a herança e o polimorfismo.

O encapsulamento significa que os dados do objeto não estão acessíveis diretamente a partir do exterior, mas sim através de métodos - funções contidas no próprio objeto que permitem aceder e manipular os seus dados - que garantem a proteção do objeto contra acessos inapropriados.

A herança permite a criação de novos objetos - filhos - com as mesmas características, ou algumas delas, de outros objetos já existentes - pais -, ou seja, ela permite herdar estruturas de dados e funções de objetos e acrescentar-lhe novas estruturas de dados e funções.

Uma vantagem da herança entre objetos é que qualquer alteração efetuada a um objeto é automaticamente propagada a todos os objetos derivados a partir dele.

O polimorfismo permite que diferentes objetos com funções semelhantes sejam tratados da mesma maneira, ou seja, dados dois objetos diferentes que suportem, por exemplo, um método chamado start, as suas respostas à invocação desse método serão diferentes em função da respectiva implementação no código do objeto.

Os objetos ActiveX são objetos baseados na tecnologia COM, que estabelece um paradigma comum para interação entre componentes de software dentro do ambiente Microsoft Windows.

A vantagem do modelo COM é que permite aos objetos interagir com outros objetos dentro e fora do mesmo programa.

ARQUITETURAS DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

O primeiro passo ao se conceber uma solução qualquer de automação é desenhar a arquitetura do sistema, organizado seus elementos vitais: remotas de aquisição de dados, PLCs, instrumentos, sistema de supervisão, etc. em torno de redes de comunicação de dados apropriadas. A escolha da arquitetura irá determinar o sucesso de um sistema em termos de alcançar os seus objetivos de desempenho, modularidade, expansibilidade etc.

As soluções irão depender das limitações de cada projeto em particular. Existem vários pontos que o projetista deve verificar ao iniciar o projeto. O melhor é estabelecer um check list de pontos importantes a serem verificados:

- Quantas são as áreas de processo ? Quais as distâncias entre as áreas ? Qual o lay out da instalação industrial?
- Haverá uma sala de controle centralizada ou apenas púlpitos de comando locais?
- Existe necessidade de um sistema de backup ? A que nível ?
- Quais são as condições ambientais ? Existe campo magnético intenso nas proximidades ? Existe interferência eletromagnética ?
- O cliente está familiarizado com novas tecnologia de redes de campo para instrumentação, sensores e acionamentos ?
- Existem sites fora da área industrial que devam ser conectados à planta ? Escritório central, centros de distribuição, unidades remotas como britagens móveis, instalações portuárias, etc. ?
- Quais as necessidades dos dispositivos em termos da velocidade de transmissão de dados ?
- Qual a capacidade de expansão dos módulos prevista para os próximos anos ?

- Existe preferência quanto ao atendimento aos padrões internacionais ou preferência por redes proprietárias ?

Uma das arquiteturas mais praticadas é a que define duas hierarquias de redes: uma rede de informação e uma rede de controle.

REDE DE INFORMAÇÃO

O nível mais alto dentro de uma arquitetura é representado pela rede de informação. Em grandes corporações é natural a escolha de um backbone de grande capacidade para interligação dos sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning), Supply Chain (gerenciamento da cadeia de suprimentos), e EPS (Enterprise Production Systems). Este backbone pode ser representado pela rede ATM ou GigaEthernet ou mesmo por uma Ethernet 100-BaseT, utilizando como meio de transmissão cabo par trançado nível 5. Esta última rede vem assegurando uma conquista de espaço crescente no segmento industrial, devido à sua simplicidade e baixo custo.

REDE DE CONTROLE

Interliga os sistemas industriais de nível 2 ou sistemas SCADA aos sistemas de nível 1 representados por CLPs e remotas de aquisição de dados. Também alguns equipamentos de nível 3 como sistemas PIMS e MES podem estar ligados a este barramento. Até dois anos atrás o padrão mais utilizado era o Ethernet 10Base-T. Hoje o padrão mais recomendado é o Ethernet 100Base-T. Quase todos os grandes fabricantes de equipamentos de automação já possuem este padrão implementado.

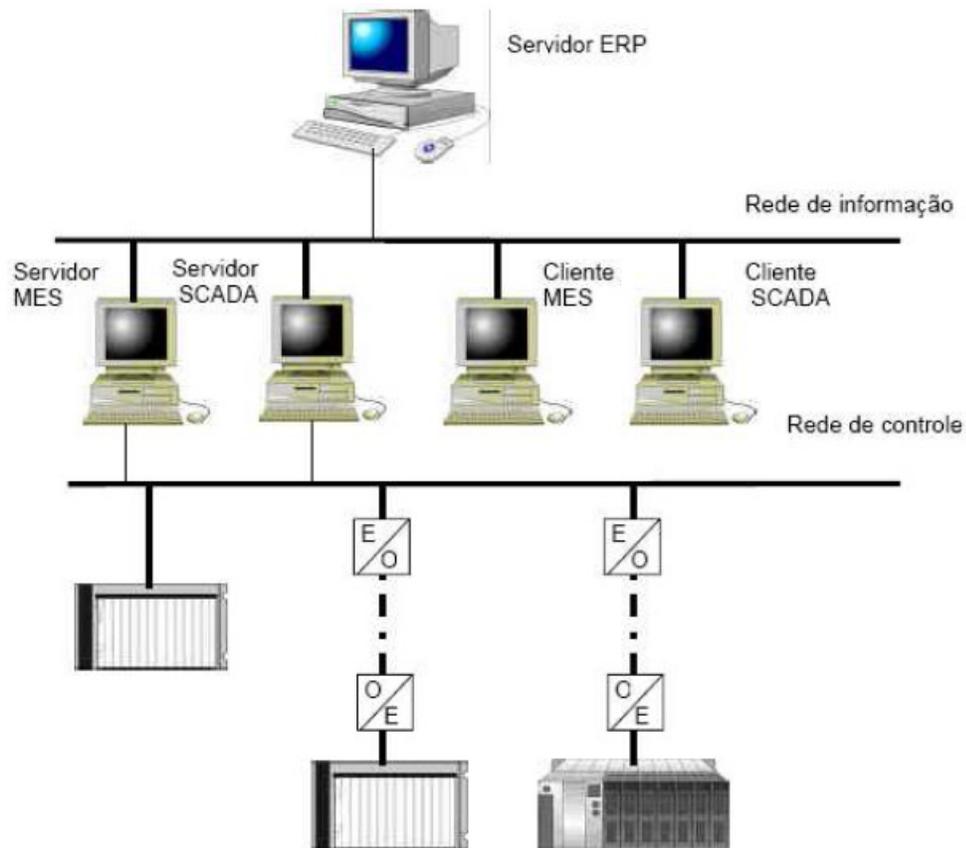


Figura 20. Arquitetura de uma rede de duas camadas - Unifilar

As estações clientes se comunicam com seus servidores através da rede de informação. As estações Servidores se comunicam com os CLPs através da rede de controle.

Do ponto de vista de segurança, é interessante isolar o tráfego de controle do tráfego de informação através de equipamentos de rede. Hoje o equipamento mais utilizado para este fim é o switch Ethernet e o padrão mais utilizado é o 100Base-T. Além de evitar os problemas de divisão de banda, típico da arquitetura barramento, o switch segmenta a rede. O switch assegura a criação de uma rede Ethernet livre de colisões. Esta nova concepção de rede é denominada de rede Ethernet Industrial

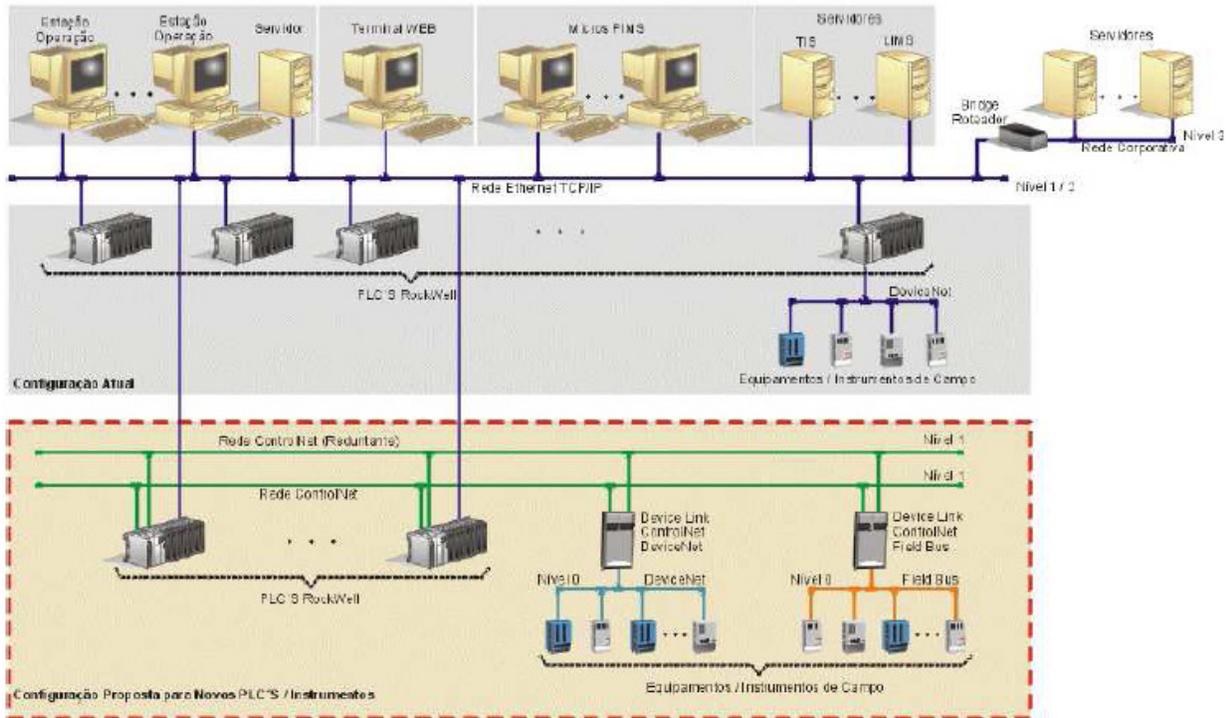


Figura 21. Arquitetura típica de uma rede de automação de múltiplas camadas

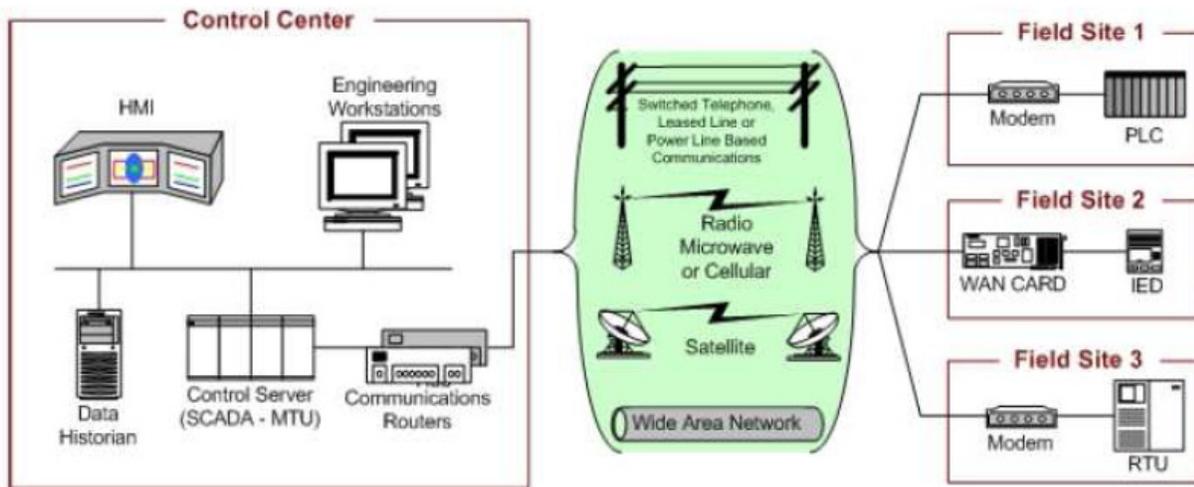


Figura 22. Arquitetura típica de uma rede de automação com supervisão remota

EQUIPAMENTOS DE INTEGRAÇÃO DE REDES.

- **Repetidor (Repeater):** Dispositivo não inteligente que simplesmente copia dados de uma rede para outra, fazendo que as duas redes se comportem logicamente como uma rede única. São usados para satisfazer restrições quanto ao comprimento do cabo, por exemplo.
- **Distribuidores de conexão (Hubs):** Servem para conectar os equipamentos que compõem uma LAN. Os equipamentos interligados a um hub pertencem a um mesmo segmento de rede, isto é os usuários do hub dividem a largura da banda. Se tivermos 10 usuários em um segmento de 100Mbps, cada usuário usufruirá em média de 10Mbps de banda de passagem. Cada hub possui de 4 a 24 portas 10Base-T com conectores RJ-45.
- **Ponte (Bridge):** Segmenta uma rede local em sub-redes com o objetivo de reduzir tráfego ou converter diferentes padrões de camadas de enlace (Ethernet para Token Ring por exemplo)
- **Roteador (Router):** Usado para interligar duas redes que possuem a mesma camada de transporte, mas camadas de rede diferentes. Os roteadores decidem sobre qual caminho o tráfego de informações (controle e dados) deve seguir.
- **Comporta (Gateway):** Usado para dar acesso à rede a um dispositivo não OSI.
- **Switch:** São os dispositivos de mais amplo espectro de utilização, para segmentar a rede a baixo custo, sem necessidade de roteamento. Sua maior limitação está em não permitir broadcasting entre segmentos.

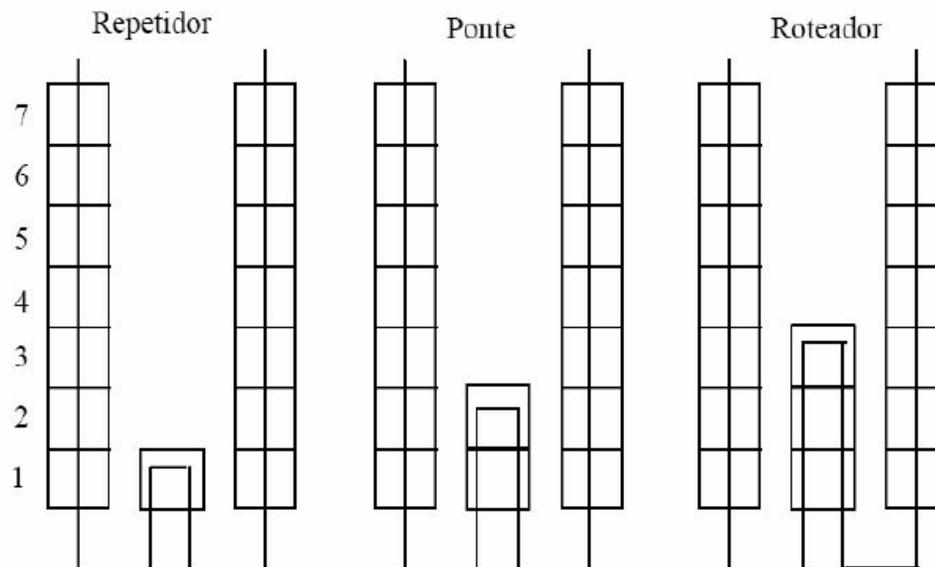


Figura 23. Conexão entre redes

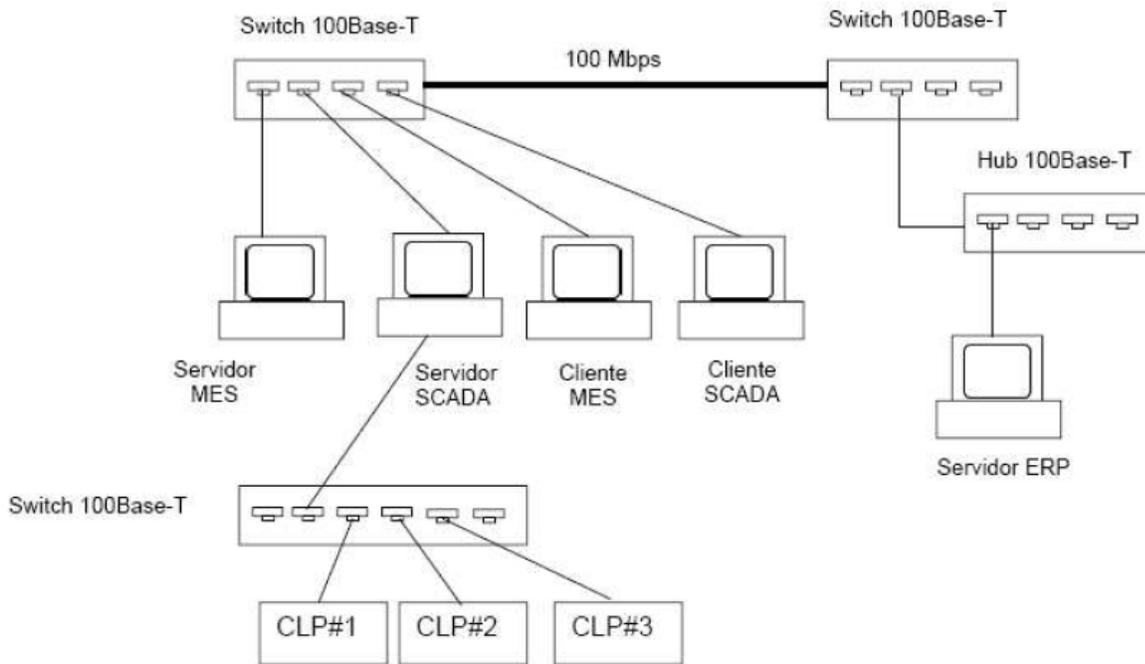


Figura 24. Arquitetura de uma rede de duas camadas (incluindo equipamentos)

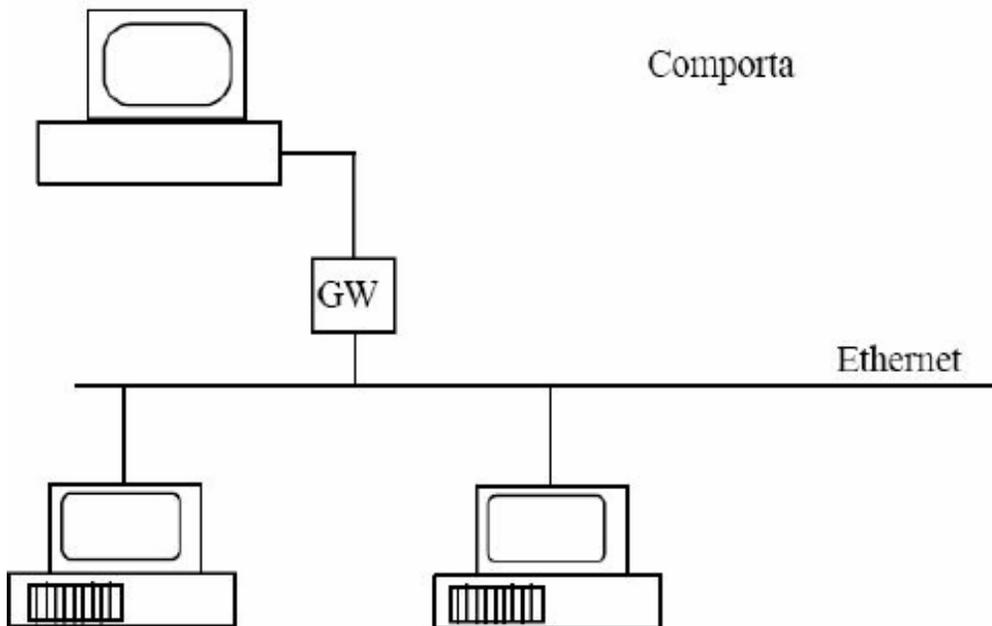


Figura 25. Uso de gateway

ARQUITETURA DE REDE ÚNICA.

As redes de controle e informação também podem estar fundidas em uma rede única. Esta topologia apresenta os seguintes inconvenientes:

O tráfego na rede de controle é de natureza diversa do tráfego na rede de informação, caracterizando-se por mensagens curtas e muito freqüentes.

O tráfego da rede de informação é em geral representado por arquivos maiores transmitidos com baixa freqüência.

Os requisitos de performance e segurança das duas redes também são diferentes.

Embora este tipo de topologia seja muito utilizado, a topologia anterior é mais recomendada por segmentar cada tipo de tráfego.

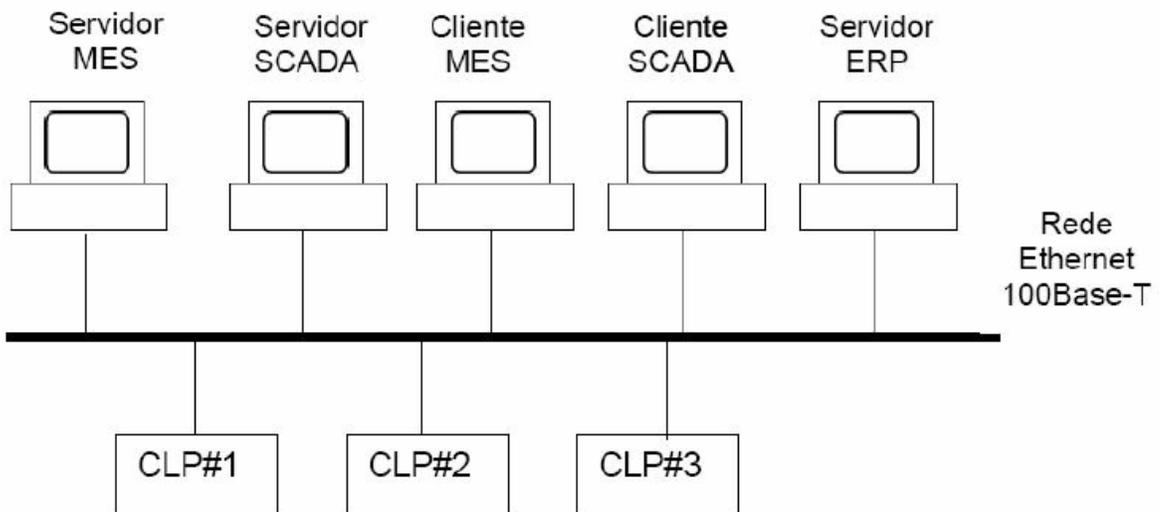


Figura 26. Barramento único

REDES PROPRIETÁRIAS

Apesar da rede Ethernet ser hoje a preferida da área industrial, muitas redes proprietárias de concepção mais antigas são ainda muito usadas. Por exemplo, a rede DH+ (Data Highway plus) da Rockwell.

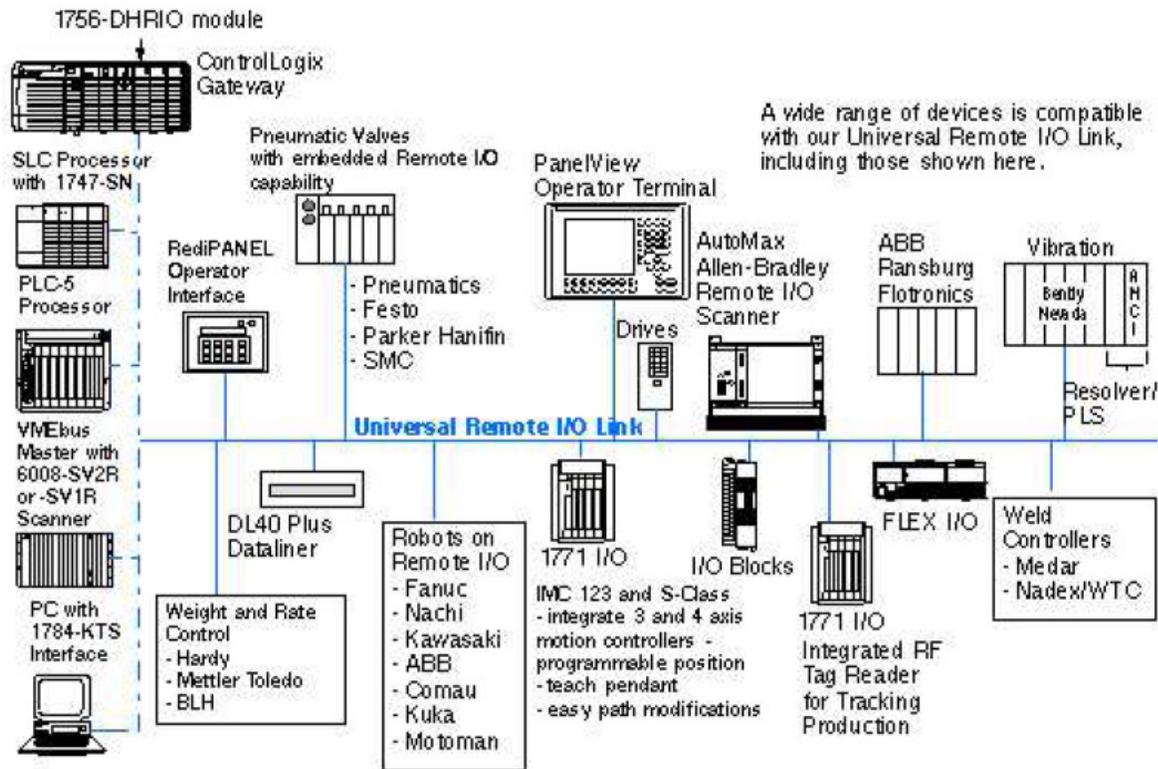


Figura 27. Exemplo de rede proprietária de nível 1: Remote IO da Rockwell

ARQUITETURA DE UM SDCD

Os SDCDs tradicionais se caracterizavam por um elevado nível de redundância: redundância de servidores, redundância de rede de comunicação de dados, de cartões de entrada e saída, etc. Além disso, possui sofisticados algoritmos de diagnóstico, que permitem localizar o cartão defeituoso a partir da console de operação. OS cartões de E/S com defeito podem ser trocados a quente.

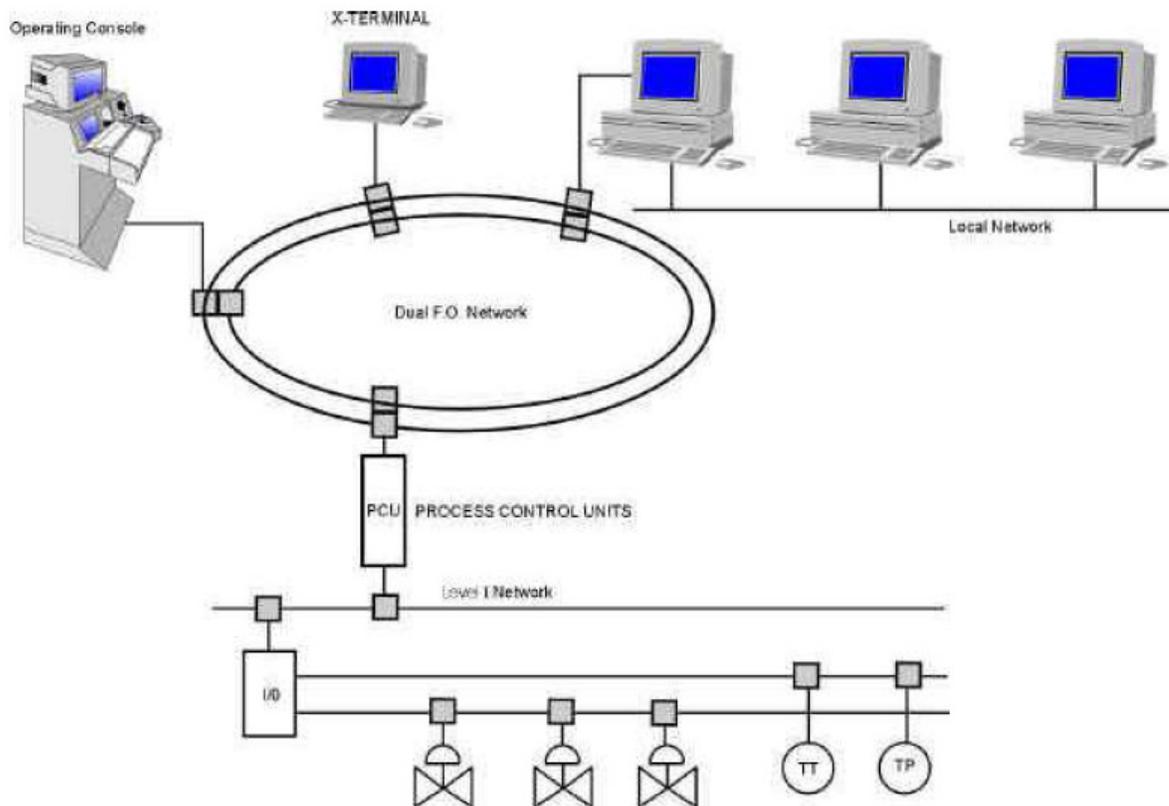


Figura 28. Configuração de um SDCD

SISTEMAS HÍBRIDOS

Atualmente os SDCDs têm um sucesso peso leve. Conhecido como sistema híbrido, este novo sistema alia a versatilidade e performance de um SDCD com o baixo custo de uma solução SCADA + CLP. São exemplos desta classe de sistema o INDUSTRIALIT (OPERATEIT/ CONTROLIT) da ABB, o Plant Web da Emerson e o PSC7 da Siemens.

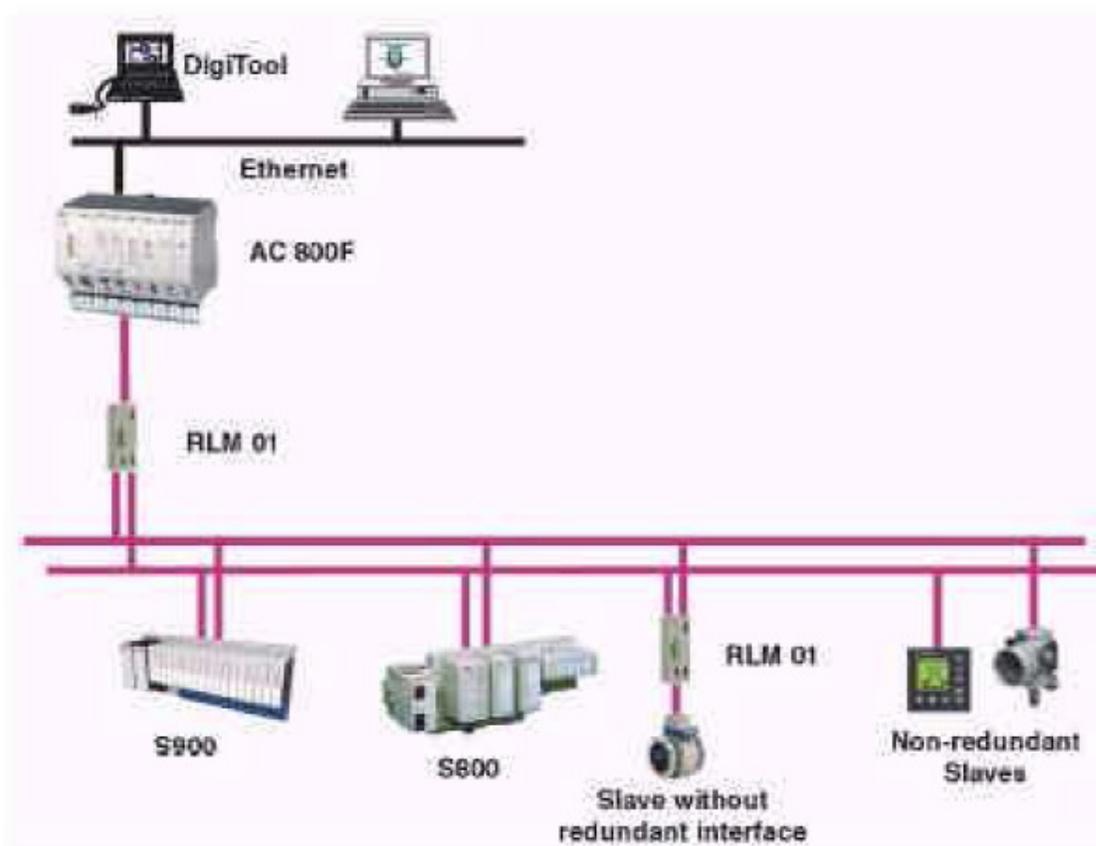


Figura 29. Sistema híbrido da ABB com rede Profibus redundante

REQUISITOS DESEJADOS PARA A ARQUITETURA

Ao se fazer um projeto de automação, estamos interessados em requisitos de desempenho tais como:

Redes de sensores e comandos:

- Baixo tempo de varredura para leitura cíclica de todos os dispositivos em rede.
- Determinismo no tempo.
- Exigência para algumas aplicações de uma rede com topologia em anel com self-healing ou outro tipo de redundância, de tal forma que um cabo partido não interrompa todo o circuito.
- Capacidade de comandar vários dispositivos sincronicamente (multicasting, broadcasting).
- Capacidade de expansão futura.
- Obediência a padrões internacionais (padrão aberto).

- Facilidade de aquisição de instrumentos de múltiplas fontes.
- Possibilidade de utilização de meio óptico para uso externo, fora das salas elétricas.
- Disponibilidade de sensores/atuadores do tipo desejado na aplicação dentro da tensão desejada (média tensão/ baixa tensão).

No caso de uma aplicação de CCM inteligente, o número máximo de nós suportados e o tempo máximo de resposta são quesitos de máxima importância.

Redes de dados (informação e controle):

- Padrão internacional e de fato (Ethernet 100Base-T é a melhor referência).
- Alto desempenho medido pela velocidade de transmissão.
- Capacidade de expansão futura
- Possibilidade de uso de fibra ótica
- Possibilidade de adição de redundância.

REDES DE CAMPO

Os CLPs são usados para ler os sensores discretos ou digitais e os valores dos instrumentos analógicos.

Caso uma rede digital não seja usada, os sinais de campo serão conectados aos cartões de entrada e saída dos CLPs. Os sinais discretos são codificados na faixa de 0 a 24VCC ou 0-110VAC ou 0-220VAC. Já os sinais analógicos são geralmente codificados na faixa de 0 a 20 mA ou de 0-10V.

Outra alternativa é o uso de uma rede digital de instrumentos e sensores. Este tipo de rede atende pelo nome genérico de fieldbus ou barramento de campo. Na verdade, devemos dividir estes tipos de rede em 3 tipos diferentes:

Redes de sensores ou Sensorbus - são redes apropriadas para interligar sensores e atuadores discretos tais como chaves limites (limit switches), contactores, desviadores, etc. São exemplos de rede Sensorbus: ASI da Siemens, Seriplex, CAN e LonWorks.

Redes de Dispositivos ou Devicebus - são redes capazes de interligar dispositivos mais genéricos como CLPs, outras remotas de aquisição de dados e controle, conversores AC/DC, relés de medição inteligentes, etc.

Exemplos: Profibus-DP, DeviceNet, Interbus-S, SDS, LonWorks, CAN, ControlNet, ModbusPlus.

Redes de instrumentação ou fieldbus - São redes concebidas para integrar instrumentos analógicos no ambiente industrial, como transmissores de vazão, pressão, temperatura, etc, válvulas de controle, etc.

Exemplos: IECSP50-H1, HART, WorldFIP, Profibus-PA.

Padronização internacional

Hoje o standard Fieldbus está padronizando 8 famílias de redes:

1. Fieldbus (mesmo que ANS/ISA S50.01)
2. ControlNet
3. Profibus
4. P-NET
5. Fieldbus Foundation HSE
6. SwiftNet
7. WorldFIP
8. Interbus

Existe forte tendência de todas estas redes venham a utilizar a Ethernet como plataforma básica num futuro próximo e que adotem forte orientação a objetos através de blocos de função padrões.

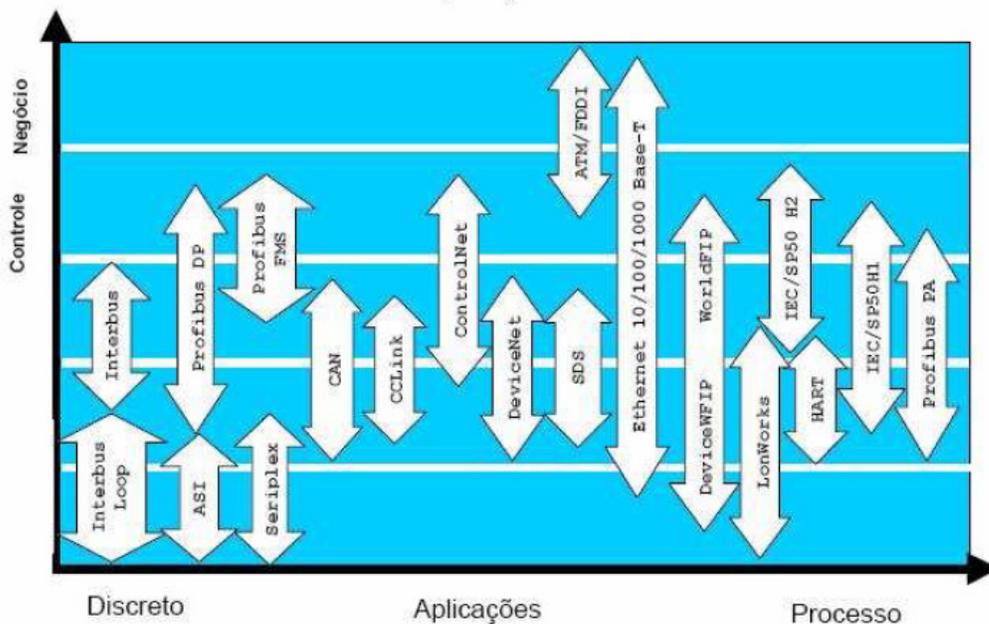


Figura 30. Faixa de aplicação das redes de campo segundo ARC

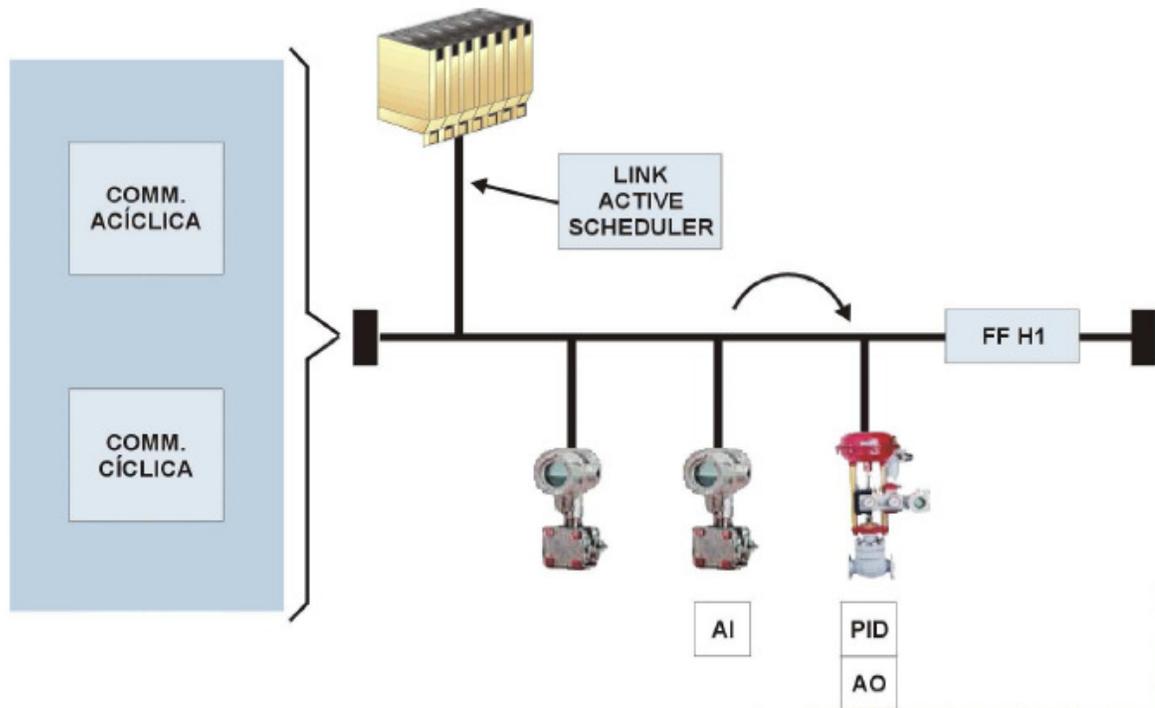


Figura 31. Uso de Redes de Instrumentos de Campo – Foundation Fieldbus

O tempo de resposta da rede depende de vários fatores, entre eles: a velocidade de transmissão dos dados, que pode ser função do comprimento da rede, do número de nodos instalados, do tamanho e natureza dos bloco de dados, etc. Os fabricantes oferecem gráficos e tabelas que nos permitem estudar o desempenho de uma rede para uma determinada aplicação.