



FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE
FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HELBER RIBEIRO DE MENEZES SILVA

**AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE
SUPERVISÓRIO QUE AQUISITA OS DADOS A UM
SERVIDOR**

Aracaju – SE
2007.2

HELBER RIBEIRO DE MENEZES SILVA

**AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE
SUPERVISÓRIO QUE AQUISITA OS DADOS A UM
SERVIDOR**

Trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da FANESE, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Profº Josevaldo dos Santos Feitoza

Coordenador(a): Profª Helenice Leite Garcia

Aracaju – SE
2007.2

Silva, Helber Ribeiro de Menezes

Avaliação de soluções para implantação de supervisório que
aquisita os dados a um servidor / Helber Ribeiro de Menezes
Silva. – 2007.

55 f.: il.

Monografia (graduação) – Faculdade de Administração e
Negócios de Sergipe, 2007.

Orientação: Prof. Esp. Josevaldo Santos Feitoza,
Departamento de Engenharia de Produção.

1. Automação 2. SCADA 3. Tecnologia I. Título

CDU 681.5

HELBER RIBEIRO DE MENEZES SILVA

**AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE
SUPERVISÓRIO QUE AQUISITA OS DADOS A UM
SERVIDOR**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2007.2.

Profº Esp. Josevaldo dos Santos Feitoza

Profº Esp. Hércules Benzota de Carvalho

Profº Msc. Bento Francisco dos Santos Júnior

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2007.

A Michella, que me acompanha nessa jornada acadêmica, com muito amor e dedicação.

Ao orientador Josevaldo pela oportunidade, confiança e disposição para a realização desse trabalho.

A coordenadora Helenice Leite Garcia por me apoiar e confiar na minha capacidade.

OBRIGADO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus; a realização de um tão grandioso sonho, que só foi possível realizar, devido à ajuda de forças visíveis e invisíveis. Sobretudo aquele que está encoberto aos nossos olhos, mas revelado a mente e ao nosso coração sensível, ofereço o supremo agradecimento.

Aos meus pais, Sérgio e Aída, pois aprendi com vocês não só as primeiras socializações, mas também a respeitar o próximo com suas limitações e diferenças. Aprendi que família representa o começo e a base de tudo que sem ela nada se estrutura. Obrigado por me abrigar em seus braços, por me dar amor e segurança. O amor de vocês me fortalece e faz com que cada dia eu tenha mais motivo para me espelhar em vocês.

A minha esposa, que com muitas palavras, gestos e olhares me fez perceber o quanto sou capaz e por me apoiar nas horas de desanimo. Desculpe por todas as vezes que me ausentei, física ou mentalmente, devido aos inúmeros trabalhos e horas de estudo, necessárias para a realização desse sonho. E obrigado por me incentivar, ajudar, e encorajar. Lhe Amo.

A minha irmã e meu cunhado, Carol e Breno, que como maior presente me brindou com minhas pedras preciosas Marina e Breninho; há vocês meu muito obrigado. Amo vocês.

A todos os meus familiares, que de forma direta ou indireta contribuíram para essa vitória tão sonhada e almejada nos últimos anos.

A todos os amigos da universidade, pela convivência e companheirismo durante o tempo que passamos juntos e pela força, principalmente nesse período, tão difícil, Adriana, Caio, Célio, Sérgio, a profª. Helenice e prof. Josevaldo que sempre me deram a maior força e me ajudam a vencer mais esta batalha.

RESUMO

Silva, H.R.M. *Avaliação de soluções para implantação de supervisório que aquisita os dados a um servidor.* Aracaju, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – FANESE.

O mercado de automação tem se baseado na evolução tecnológica e na busca de produtividade pelas indústrias. Nessa busca, faz-se necessário um maior controle dos seus dados, de forma a melhorar o planejamento e controle da produção, tendendo assim a diminuir seus gastos e perdas. Uma solução já existente em indústrias, principalmente de grande porte, é a utilização de sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), que recolhem as informações do chão de fábrica. Visando atender as necessidades de integração dessas informações, faz-se necessário distribuí-las aos diversos níveis administrativos e operacionais. A proposta presente nesse trabalho é encontrar a melhor alternativa de disponibilizar essas informações para quem as cabe, de forma que tenha o menor impacto no processamento do sistema SCADA, além de diminuir os impactos gerados pelo tráfego de informações na rede.

Palavras-chave: Automação, SCADA, Tecnologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivos	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
1.2	Justificativa.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Sistema de Automação Industrial.....	14
2.1.1	Arquitetura	15
2.1.1.1	Chão de fábrica (sensores e atuadores)	16
2.1.1.2	Controlador Lógico Programável (CLP).....	17
a.	Histórico	17
2.1.1.3	Redes de comunicação	18
a.	Ethernet	19
2.1.1.4	Estação de monitoramento central	22
2.2	Supervisório.....	22
2.2.1	Evolução dos supervisórios	24
2.2.2	Funcionalidades.....	25
2.3	Drives de Comunicação.....	25
2.3.1	Protocolo OLE for Process Control (OPC)	25
2.4	RsLinx	27
2.4.1	RsLinx Gateway.....	27
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
3.1	Comparativo entre as opções de desenvolvimento.....	28
3.1.1	Critérios	28
3.1.1.1	Tempo de resposta no sistema SCADA	29
3.1.1.2	Tempo de resposta no sistema implantado.....	29
3.1.1.3	Tempo de atualização CLP / sistema SCADA.....	29
3.1.1.4	Tempo de atualização CLP / sistema implantado	29
3.1.1.5	Tráfego na rede.....	30
3.1.1.6	Processamento do micro do supervisório SCADA	30
3.1.1.7	Custo.....	30
3.1.2	Supervisório Vista IFix 4.0	30
3.1.2.1	Tempo de resposta no sistema SCADA	31
3.1.2.2	Tempo de resposta no sistema implantado.....	31
3.1.2.3	Tempo de atualização CLP / sistema SCADA.....	32
3.1.2.4	Tempo de atualização CLP / sistema implantado	33
3.1.2.5	Tráfego na rede.....	34
3.1.2.6	Processamento do micro do supervisório SCADA	36
3.1.2.7	Custo.....	36
3.1.3	Supervisório com OPC Remoto	37
3.1.3.1	Tempo de resposta no sistema SCADA	37
3.1.3.2	Tempo de resposta no sistema implantado.....	38
3.1.3.3	Tempo de atualização CLP / sistema SCADA.....	39
3.1.3.4	Tempo de atualização CLP / sistema implantado	40
3.1.3.5	Tráfego na rede.....	41
3.1.3.6	Processamento do micro do supervisório SCADA	43

3.1.3.7	Custo.....	43
3.1.4	Supervisório com RsLinx Gateway.....	44
3.1.4.1	Tempo de resposta no sistema SCADA	44
3.1.4.2	Tempo de resposta no sistema implantado.....	44
3.1.4.3	Tempo de atualização CLP / sistema SCADA.....	46
3.1.4.4	Tempo de atualização CLP / sistema implantado	47
3.1.4.5	Tráfego na rede.....	48
3.1.4.6	Processamento do micro do supervisório SCADA	50
3.1.4.7	Custo.....	50
4	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	54
	ANEXOS	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA	31
Tabela 2 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no Vista	31
Tabela 3 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório SCADA	32
Tabela 4 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório Vista	33
Tabela 5 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA	37
Tabela 6 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no supervisório com OPC Remoto	38
Tabela 7 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório SCADA	39
Tabela 8 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório com OPC Remoto	40
Tabela 9 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA	44
Tabela 10 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no supervisório com RsLinx Gateway	45
Tabela 11 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório SCADA	46
Tabela 12 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório com RsLinx Gateway	47
Tabela 13 – Resumo dos resultados obtidos nos testes	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura do frame Ethernet	20
Figura 2: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório Vista	34
Figura 3: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório Vista.....	35
Figura 4: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório Vista	35
Figura 5: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado sendo o Vista.....	36
Figura 6: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório com OPC Remoto	41
Figura 7: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com OPC Remoto	42
Figura 8: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com OPC Remoto	42
Figura 9: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado utilizando o OPC Remoto	43
Figura 10: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório com RsLinx Gateway.....	48
Figura 11: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com RsLinx Gateway	49
Figura 12: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com RsLinx Gateway.....	49
Figura 13: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado utilizando o RsLInx Gateway	50

1 INTRODUÇÃO

A palavra *automation*, foi inventada pelo *marketing* da indústria de equipamentos na década de 60, e entende-se como o conjunto de técnicas baseadas em máquinas e programas com o objetivo de executar tarefas previamente programadas pelo homem e de controlar seqüências de operações sem a intervenção humana. A intenção era enfatizar a participação do computador no controle automático industrial.

Hoje se entende por automação industrial qualquer sistema baseado em computadores que substitua o trabalho humano e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias.

A história da automação industrial começa com a criação das linhas de montagens automobilísticas com Henry Ford, na década de 20. Daí para cá o avanço tecnológico nas mais diversas áreas da automação industrial tem sido cada vez maior, proporcionando um aumento na quantidade e qualidade da produção e reduzindo custos.

O avanço da automação está ligado, em grande parte, ao avanço da microeletrônica que se deu nos últimos anos. Os CLPs sugeriram na década de 60 e substituíram os painéis de cabine de controle com relés. Diminuindo, assim, o alto consumo de energia, a difícil manutenção e modificação dos comandos e as onerosas alterações na fiação.

Nos anos 90 programas de computador foram criados com a tentativa de obter maior produtividade, qualidade e competitividade. Dentro desta visão de integração entre o chão de fábrica e o ambiente corporativo, decisões dentro do sistema organizacional de produção passam a ser tomadas dentro do mais alto grau do conceito de qualidade, baseado em dados concretos e atuais que se originam nas mais diferentes unidades de controle.

Baseando seu crescimento na evolução tecnológica e na busca de produtividade pelas indústrias, o mercado de automação, verificou a necessidade de um maior controle dos dados provenientes da produção, de forma a melhorar o planejamento e controle da mesma, tendo como consequência a diminuição dos gastos e das perdas. Podendo assim ampliar a produtividade e a qualidade do

produto ou serviço, para isso foi criado o sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

O SCADA é uma solução, já existente em indústrias, principalmente aquelas de grande porte, que recolhe as informações do chão de fábrica, possibilitando a supervisão e controle dos processos em tempo real.

Visando atender as necessidades de integração dessas informações, faz-se necessário distribuí-las aos diversos níveis administrativos e operacionais, para isto tem-se várias opções no mercado. Dentre essas, pode-se espelhar o sistema supervisório, criando um sistema Vista, além de colher os dados na camada de comunicação, que seria utilizar o Protocolo OLE for Process Control (OPC) remoto ou por último, pode-se aquisitar as informações do campo a partir do servidor de dados do drive de comunicação CLP/micro, que seria o RSLinx Gateway.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho é avaliar as alternativas de implantação de supervisório através da aquisição de dados a um servidor de dados, já contendo o sistema SCADA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver sistema Vista;
- Desenvolver aplicação com OPC Remoto;
- Desenvolver aplicativo utilizando RsLinx Gateway;
- Analisar as alternativas criadas.

1.2 Justificativa

Os sistemas supervisórios estão atingindo um mercado cada vez maior nas indústrias mundiais, sendo encontrados em diversos ramos, por exemplo: petroquímico, elétrico, metalúrgico, automobilístico, eletrônico, entre outros.

Esse tipo de sistema tem se mostrado essencial para a gestão da empresa, uma vez que as informações coletadas são de fundamental importância para a programação e controle da produção. Aumentando-se assim a agilidade da empresa, característica fundamental para prosperar no mercado atual. O fato de obter os dados desejados com rapidez e segurança (independente da localização geográfica) tornou um diferencial importante para tomadas de decisões, bem como para a redução de custos relativos a deslocamentos, desperdício e tempo de produção.

No entanto, existem algumas formas de disponibilizar essas informações nos sistemas supervisórios para as gerências de toda e qualquer empresa. De forma a requerer um estudo para avaliação das mesmas, tornando conhecidas as características pertinentes a cada uma das opções, podendo assim auxiliar as tomadas de decisões sobre o desenvolvimento das mesmas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema de Automação Industrial

Automação Industrial é o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletrônico para controlar máquinas e processos. Entre os dispositivos eletrônicos pode-se utilizar computadores ou outros dispositivos lógicos (como Controladores Lógicos Programáveis (CLP)), substituindo algumas tarefas da mão-de-obra humana e realizando outras que o humano não consegue realizar. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinário para auxiliá-los em seus trabalhos (NATALE,2000).

A parte mais visível da automação, atualmente, está ligada à robótica, mas também é utilizada nas indústrias química, petroquímicas e farmacêuticas, com o uso de transmissores de pressão, vazão, temperatura e outras variáveis necessárias para um SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído) ou CLP. A Automação Industrial visa, principalmente, a produtividade, qualidade e segurança em um processo. Em um sistema típico toda a informação dos sensores é concentrada em um controlador programável o qual de acordo com o programa em memória define o estado dos atuadores.

A automação industrial possui vários barramentos de campo (mais de 10, incluindo vários protocolos como: CAN OPEN, INTERBUS-S, FIELD BUS FOUNDATION, MODBUS, STD 32, SSI, PROFIBUS, etc) específicos para a área industrial (em tese esses barramentos se assemelham a barramentos comerciais tipo ethernet, intranet, etc.), mas controlando equipamentos de campo como válvulas, atuadores eletromecânicos, indicadores, e enviando estes sinais a uma central de controle.

Uma contribuição adicional importante dos sistemas de Automação Industrial é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos de administração das empresas. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa.

A história da automação industrial começa com a criação das linhas de montagens automobilísticas com Henry Ford, na década de 20. Desde então o avanço tecnológico nas mais diversas áreas da automação Industrial tem sido cada vez maior, proporcionando um aumento na qualidade e quantidade de produção e reduzindo custos.

O avanço de automação está ligado, em grande parte, ao avanço da microeletrônica que se deu nos últimos anos. Os CLPs sugeriram na década de 60 e substituíram os painéis de cabine de controle com relés. Diminuindo, assim, o alto consumo de energia, a difícil manutenção e modificação dos comandos e as onerosas alterações na fiação.

Nos anos 90 programas de computador foram criados com a tentativa de obter maior produtividade, qualidade e competitividade. Dentro desta visão de integração entre o chão de fábrica e o ambiente corporativo, decisões dentro do sistema organizacional de produção passam a ser tomadas dentro do mais alto grau do conceito de qualidade, baseado em dados concretos e atuais que se originam nas mais diferentes unidades de controle.

2.1.1 Arquitetura

Uma solução de automação tem por objetivos básicos o desempenho, a modularidade e a expansibilidade. Para que esses sejam alcançados, temos que conceber prioritariamente um desenho da arquitetura do sistema e, desta forma, organizar seus elementos: remotas de aquisição de dados, CLP's, instrumentos e sistemas de supervisão, dentre outros. As arquiteturas mais utilizadas são as que definem duas hierarquias de redes: as de informação e as de controle.

A primeira é 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). Esse 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. Essa última rede vem assegurando uma conquista de espaço crescente no segmento industrial, devido à sua simplicidade e baixo custo.

As redes de controle interligam os sistemas industriais ou sistemas SCADA aos sistemas representados por CLP's e remotos de aquisição de dados. Eventualmente, sistemas como PIMS e MES, podem estar ligados a esse barramento. O padrão da arquitetura de Ethernet 10-Base T vem sendo substituído, no decorrer dos últimos dois anos, pela nova tecnologia Ethernet 100-BaseT, que tem sua velocidade de acesso aumentada. Fato esse que garante a adesão das grandes empresas de automação a esse novo padrão, implementando-o em seus equipamentos.

A arquitetura de duas camadas permite que as redes de controle façam a comunicação das estações clientes com os servidores e as de informação dos servidores com os CLP's.

Atualmente, ainda se utiliza a arquitetura de rede única, que consiste em uma modalidade onde ocorre o compartilhamento das redes de comunicação e controle. Mas, do ponto de vista de segurança, é interessante separar os tráfegos de controle e de informação, como se verifica na arquitetura de duas camadas.

As camadas existentes nos sistema de automação industrial:

- Chão de fábrica (sensores e atuadores)
- Controladores Lógicos Programáveis (CLP)
- Redes de comunicação
- Estação de monitoramento central (Supervisório)

2.1.1.1 Chão de fábrica (sensores e atuadores)

Os sensores e atuadores são os dispositivos de campo, que conectados aos equipamentos e processos, proporcionam uma interface entre o processo e o sistema. Os sensores convertem os dados do processo (temperatura, pressão, etc) em sinais de entrada para que esses possam ser utilizados pelo supervisório. Já os atuadores fazem o caminho inverso. Através dos sinais obtidos à partir do sistema, eles invocam ações de controle (ex. ligar e desligar equipamentos), que são enviados para as estações remotas.

2.1.1.2 Controlador Lógico Programável (CLP)

O Controlador Lógico Programável, ou simplesmente CLP, tem revolucionado os comandos e controles industriais desde seu surgimento no final da década de 60.

Antes do surgimento dos CLP's as tarefas de comando e controle de máquinas e processos industriais eram feitas por relés eletromagnéticos, especialmente projetados para esse fim.

a. Histórico

Em 1968 foi especificado o primeiro CLP pela divisão *Hidromatic* da *General Motors Corporation*. Visavam sobretudo, eliminar o alto custo e ainda possuir a flexibilidade de um computador, capaz de suportar o ambiente industrial, tornando-o um sistema expansível e de fácil manutenção. Em 1969 foi instalado o primeiro CLP na GM executando apenas funções de intertravamento.

De 1970 a 1974, com o surgimento da tecnologia de microprocessadores houve um aumento considerável da capacidade de processamento e maior flexibilidade dos controladores. Outros recursos então foram somados às funções de intertravamento e lógica, como por exemplo, a função de temporização e contagem, aritmética, manipulação de dados e a introdução de terminais de programação.

De 1975 a 1979, foram acrescentados maiores recursos de software e hardware que propiciaram expansões na capacidade de memória, controles analógicos de malha fechada com algoritmos PID, permitiu o controle de entradas/saídas remotas, controle de posicionamento, comunicações, etc...

Dessa forma, os CLP's aumentaram seus domínios, passando a substituir o microcomputador em muitas aplicações industriais, sistemas de controles discretos e contínuos. Ainda em 1979 foi desenvolvida uma rede de alta velocidade (DATA HIGHWAYS, ou simplesmente DH+) permitindo um controle sincronizado entre vários controladores, comunicação com microcomputadores e outros sistemas.

Com isso, foi possível associar o desempenho do CP com a capacidade de controle distribuído de alta velocidade e interface com computadores, resultando em uma grande potencialidade de controle e supervisão.

Atualmente podemos tratar o controlador programável, baseando-nos nas evoluções tecnológicas tanto de hardware quanto de software, como um Controlador Universal de Processos.

2.1.1.3 Redes de comunicação

A rede de comunicação é o mecanismo responsável pelo transporte de dados entre o chão de fábrica e o CLP. Em geral, os modos de comunicação em supervisórios podem ser por *polling* ou por interrupção.

No modo de comunicação por *polling*, a estação central envia mensagens periódicas para o CLP com o intuito de capturar os dados mais recentes. Cada CLP possui um endereço, de forma que, se um deles não responder durante um período de tempo pré-determinado, a estação central requisita novamente. Caso não haja nenhum dado novo o CLP avisa por meio de exceção.

As vantagens desse método são:

- Simplicidade no processo de reconhecimento de dados;
- Inexistência em colisões no tráfego da rede;
- Permite, devido ao seu caráter determinístico, calcular a largura de banda utilizada pelas comunicações e garantir tempos de respostas;
- Facilidade para detectar falhas de ligação;
- Permite o uso de estações remotas não inteligentes.

Entretanto existem desvantagens, como:

- Incapacidade, por parte dos CLP's, de comunicar situações que requeiram tratamento imediato por parte da estação central;
- O aumento do número de CLP's tem impactos negativos no tempo de espera;
- A comunicação entre CLP's tem, obrigatoriamente, que passar pela estação central.

Já no modo de comunicação por interrupção, os CLP's reportam cada novo acontecimento à estação central, independente de atualização. Antes de tentar transmitir dados, a unidade verifica se o meio de transmissão está sendo utilizado. Em caso afirmativo, ela aguarda até que se possa enviar as informações.

Vantagens do sistema:

- Evitar a transferência de informações desnecessárias, diminuindo o tráfego na rede;

- Permitir uma rápida detecção de informações com caráter de urgência;
- Permitir comunicações entre as estações remotas.

Para tal existem as desvantagens, sendo:

- A estação central apenas consegue detectar falhas na ligação após um determinado período de tempo, ou seja, quando efetua *polling* no sistema;

- É necessária a existência de uma ação por parte dos operandos para obter os valores atualizados.

a. Ethernet

Ethernet é uma arquitetura de rede local desenvolvida pela Xerox em cooperação com a DEC e Intel no ano de 1976. Utilizando um método de acesso para gerenciar demandas simultâneas, destaca-se como a tecnologia mais utilizada em ambientes corporativos. A especificação da Ethernet serviu como base para o padrão IEEE 802.3, que define a camada física e o software de baixo nível.

A primeira versão do padrão IEEE foi publicada em 1985, tendo como título formal ``IEEE 802.3 Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications''. Este padrão apresenta algumas diferenças do modelo original da Ethernet. O padrão IEEE 802.3 encapsula dois novos protocolos para a camada de enlace, chamados Logical Link Control (LLC) e Sub-network Access Protocol (SNAP). A principal função desses protocolos é identificar as entidades da camada de rede que utilizam o serviço da Camada de Enlace e o tipo de conexão estabelecida nesse último nível. No entanto, segundo [Braden 1989], toda estação conectada à Internet por meio de um canal Ethernet 10Mbps deve ser capaz de trabalhar com esses dois padrões. A partir de sua publicação, todos os equipamentos têm sido construídos de acordo com suas normas e diretrizes.

A massiva adoção dessa tecnologia pelos fabricantes de hardware e a sua aceitação pelos usuários, resultou em um extenso mercado e consequente redução de custo, sendo essa uma das principais razões de sua utilização pela indústria de tecnologia da informação.

Computadores conectados através de uma rede Ethernet, também chamados de estações, operam de forma independente uns dos outros sem que haja, necessariamente, a presença de um controle centralizado. As estações são conectadas através de um meio físico compartilhado, por onde os sinais são enviados em broadcast a todas as demais estações.

O sistema Ethernet consiste de três elementos básicos:

- Canal Físico

O meio físico é o recurso por onde os sinais elétricos ou ópticos trafegam na rede. A Ethernet define quatro tipos básicos de meio físico: o cabo coaxial fino, cabo coaxial grosso, o par trançado e a fibra óptica.

- Regras de Controle

Um conjunto de regras embarcadas em cada interface de rede que permite, de forma compartilhada, o acesso ao meio físico pelas estações conectadas na rede.

- Frame Ethernet

Um pacote ou frame Ethernet consiste de um conjunto padronizado de campos usados para enviar dados através do sistema. Cada pacote é formado por alguns campos de controle e de um campo de dados, como mostra a Figura 1.

End Origem	End Destino	Tipo	Dados	CRC
6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 – 1 500 bytes	4 bytes

Figura 1: Estrutura do frame Ethernet

Os dois primeiros campos informam o endereço de hardware, chamado de endereço MAC, presente em todas as interfaces de rede e determinada pelo fabricante da placa. Esse endereço, com largura de 48 bits, identifica particularmente cada interface em uma rede. O primeiro campo define o endereço da interface remetente do frame. O segundo campo define o endereço do destinatário, podendo ser uma ou mais interfaces de rede. O terceiro campo especifica o tipo dos dados encapsulados no campo de dados do frame. É usado para determinar o protocolo ao quais os dados devem ser entregues.

O campo de dados deve ter um tamanho entre 46 e 1500 bytes. O tamanho físico é definido em função de restrições associadas as características do meio físico. Sendo assim, levando em conta que os campos de controle (origem,

destino, tipo e CRC) somam 18 bytes, o restante (46 bytes) deve estar no campo de dados ($18 + 46 = 64$). O tamanho máximo de 1500 bytes é relacionado a decisões de projeto.

As redes Ethernet, em sua versão original, não são capazes de atender a certas restrições demandadas por sistemas de tempo real. Requisitos tais como determinismo nos tempos de entrega impõe mudanças no gerenciamento do fluxo de dados e na própria organização estrutural da rede.

O determinismo na entrega de mensagens em uma rede de comunicação é dependente de um conjunto de fatores que tornam o fluxo de dados gerenciável e programável. Fatores como velocidade de comunicação, topologia da rede, domínios de colisão, conexões redundantes e qualidade de serviço são capazes de qualificar a Ethernet como determinística, desde que haja garantia de atendimento dos tempos de resposta especificados para cada aplicação.

Uma das principais vantagens da Ethernet frente às demais tecnologias de rede é a sua velocidade. Originalmente os dados eram transferidos a uma taxa de 10Mbit/s. Com o padrão Fast Ethernet publicado em 1996 a taxa de dados foi estendida a 100Mbit/s. Para assegurar a compatibilidade, padrões antigos como o método de acesso (CSMA/CD) para o meio compartilhado (half duplex) foram mantidos. Assim como o tamanho mínimo do frame de 64 bytes e máximo de 1518 bytes são idênticos ao tamanho do frame do padrão Ethernet.

Desde 1998, há um padrão adicional que oficializa o Gigabit Ethernet em que a taxa de transmissão tem sido aumentada pelo fator de 100 comparado ao Ethernet original. Semelhante ao Fast Ethernet, o Gigabit Ethernet, com uma taxa de transmissão de 1Gbit/s, é um desenvolvimento adicional do clássico Ethernet 10Mbit/s, utilizando o mesmo formato de pacote. Somente o tamanho mínimo do frame passou de 64 bytes para 512 bytes, para ser capaz de garantir um tamanho de rede de 200 metros no modo half duplex.

O Ethernet original requer um máximo de 1.2 milisegundos para a transmissão de um frame de 1518 bytes. Hoje, esse tempo pode ser reduzido a 12 microsegundos usando Gigabit Ethernet. No entanto, as possibilidades para Ethernet a 10Gbit/s já estão sob consideração, onde um pacote pode ser transmitido dentro de 1.2 microsegundos.

Essa redução dos tempos de transmissão significa, para o determinismo, que toda a comunicação está acontecendo de forma mais rápida. Qualquer tempo de espera por dados de outro dispositivo torna-se insignificantes.

2.1.1.4 Estação de monitoramento central

A estação de monitoramento central é a unidade principal dos supervisórios, uma vez que é ela quem controla o fluxo de dados através da rede de comunicação, podendo ser composta por um único computador ou por uma rede de computadores. Essa é responsável por recolher as informações enviadas pelos CLP's e de acordo com essas, realizar as medidas necessárias.

Martinez(2002) afirma que as estações de monitoramento central podem ser subdivididas em quatro partes:

- Processador de dados
- Interface de Comunicação
- Banco de Dados
- Interface Homem-Máquina

O processador de dados é o centro do sistema. Através dele os dados das estações remotas são adquiridos; o acesso ao banco de dados é efetuado, além da envio de comandos de controle.

As interfaces de comunicação formatam os dados originais do processador, encaminhando-os para o canal de comunicação até os CLP's, os quais processam os dados recebidos e os retorna ao processador de dados.

O banco de dados é o local onde são armazenados os dados coletados. De acordo com as necessidades do sistema, o processador de dados o aciona para recuperar as informações armazenadas.

A interface homem-máquina, também conhecida como interface do usuário, permite que o operador acesse e interaja com o sistema.

2.2 Supervisório

Na indústria tem-se a necessidade de centralizar as informações de forma a obter-se o máximo de informações no menor tempo possível. Embora a utilização de painéis centralizados venha a cobrir essa necessidade, muitas vezes a sala de

controle possui grandes extensões com centenas ou milhares de instrumentos tornando o trabalho do operador uma verdadeira maratona.

O sistema supervisório veio para reduzir a dimensão dos painéis e melhorar o desempenho homem/máquina.

O supervisório é um software destinado a promover a interface homem/máquina, em que se proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas.

O supervisório possui telas que representam o processo, essas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP(Controlador Lógico Programável), controlador, etc. Por exemplo, no acionamento de uma bomba a representação na tela mudará de cor informando que está ligada, se um determinado nível varia no campo, a representação na tela mudará de altura informando a alteração de nível. O SUPERVISÓRIO lê e escreve na memória do CLP ou controlador para a atualização das telas.

Quando se fala em supervisão tem-se a idéia de dirigir, orientar ou inspecionar em plano superior. Através do sistema supervisório é possível ligar ou desligar bombas, abrir ou fechar válvulas, ou seja, escrever na memória do CLP a ação desejada.

Os primeiros supervisórios surgiram para o desenvolvimento da telemetria na primeira metade do Século XX. Com a criação dos foguetes e aviões surgiu o interesse e a oportunidade de investigar o tempo e dados planetários. Dessa forma, seria necessária a criação de mecanismos capazes de obter dados da atmosfera e transferi-los para a superfície terrestre (BOYER, 1993).

A evolução dos supervisórios passou por algumas fases distintas, iniciando com a utilização de telemetria e *mainframes*, seguida pela utilização de microcomputadores. Atualmente, procura-se integrar os supervisórios com a intranet. Na presente fase, um dos maiores problemas é a segurança do sistema, seja na transmissão dentro da própria empresa ou no que se refere a atentados cibernéticos (EZELL, 1998).

SCADA é um acrônimo para *supervisory control and data acquisition* (controle supervisório e aquisição de dados) e que, através da integração entre hardware e software, permite coletar dados e enviar instruções de controle para os instrumentos presentes no chão de fábrica (BOYER, 2002).

Um sistema de aquisição de dados (*Data Acquisition System –DAS*) é um processo pelo qual dados do mundo físico são coletados, processados armazenados e utilizados (POON,1989). Nessa etapa, alguns cuidados devem ser tomados como, por exemplo, não permitir interferências e utilizar materiais que sejam resistentes ao ambiente em questão.

A etapa de controle supervisório permite que os operadores controlem e supervisionem todo o sistema sem que haja a necessidade de percorrer todo o espaço físico do ambiente. Tal facilidade reduz os custos de deslocamento, bem como agiliza as tomadas de decisões, possibilitando reações imediatas em eventuais problemas.

Devido à competitividade e agilidade do mercado, sistemas que forneçam os dados desejados com rapidez e segurança se tornaram indispensáveis, de forma que os supervisórios são utilizado em diversas áreas, como por exemplo: produção e transporte de petróleo e seus derivados, sistemas de transmissão de energia e indústrias em geral.

2.2.1 Evolução dos supervisórios

Como explicado anteriormente, os primeiros supervisórios foram baseados em telemetria. A idéia surgiu a partir da observação das linhas ferroviárias ao mesmo tempo em que o desenvolvimento da tecnologia de rádio fazia com que os fios fossem descartados(BOYER,1993).

No começo dos anos oitenta, com o desenvolvimento dos micro computadores, o controle dos processos poderão ser distribuídos entre unidades remotas, diminuindo a dependência do *mainframe* central. No fim dessa década e na década seguinte, respectivamente, surgiram os sistemas distribuídos – caracterizados por: integração entre WAN e LAN, padrões abertos, modelagem relacional de informação (APPLEGATE, 1996) – e os CLP (Controlador Lógico Programável) passaram a ter a capacidade de monitorar e controlar as unidades remotas. Apesar disso, um novo método é desenvolvido para colocar o código de volta em uma unidade central.

Atualmente, com a expansão da Internet, o usuário pode se conectar a um supervisório a partir de uma unidade remota e fazer o *download* de informações ou controlar um processo. O maior problema dessa tecnologia está em garantir a segurança na comunicação dos dados.

2.2.2 Funcionalidades

As principais funcionalidades dos supervisórios, são: Aquisição de Dados, ação esta que consiste na obtenção de dados no ambiente monitorado e no envio dos mesmos à unidade central e armazenamento em bancos de dados. Visualização de Dados, apresenta as informações, obtidas na etapa de aquisição de dados, por meio de interfaces homem – máquina, podendo ser disponibilizados os dados correntes, estimativas, gráficos e relatórios gerados com base no histórico armazenado. Processamento de Alarmes, essa função avisa aos usuários sobre as não conformidades, sugere reparos ou avisa sobre atitudes tomadas, atitudes essas previamente estabelecidas.

Os alarmes são classificados por ordem de prioridade e em situações de falhas de comunicação ou no servidor, as mensagens de alarmes são armazenadas em um buffer. Permitindo assim que as mesmas sejam enviadas para outros servidores, bem como para posterior análise da situação que ocasionou o problema.

2.3 Drives de Comunicação

Os drives são responsáveis em efetuar a ligação entre as aplicações e os CLP's. Para isso o mesmo lê dados do hardware usando as funções, comandos e fiações necessárias e então os disponibiliza para a sua aplicação usando métodos e formatos.

Cada fabricante define sua interface para desenvolvimento (API – *Application Programming Interface*) prioritário. Isso garante a interoperatividade entre o drive e o supervisório. Não existe interoperatividade entre os drivers e os supervisórios de fabricantes diferentes por causa das API proprietárias.

2.3.1 Protocolo OLE for Process Control (OPC)

Em 1995, algumas empresas se reuniram com o objetivo de desenvolverem um padrão baseado na tecnologia OLE/DCON para acesso à dados em tempo real dentro do sistema operacional Windows. O padrão OPC estabelece as regras para que sejam desenvolvidos sistemas com interfaces padrões para a

comunicação dos dispositivos de campo com sistemas de monitoração, supervisão e gerenciamento.

O principal objetivo do grupo é atender às necessidades da indústria, através do melhoramento e ampliação da especificação do OPC. A estratégia adotada foi a implementações de extensões à especificação, definições de novas especificações e a realização de melhorias para aumentar a compatibilidade com as versões existentes. Em setembro de 1997 foi liberada a primeira atualização da especificação OPC, que passou a ser chamada de OPC *Data Access* (OPC DA).

Existem várias especificações do OPC, sendo que essas estão em constante desenvolvimento e atualização. Essas especificações têm a finalidade de orientar os desenvolvedores para a implementação das aplicações cliente servidor.

As especificações do tipo *custom* definem o acesso aos servidores OPC por aplicações clientes desenvolvidas através de linguagens que suportam as chamadas de funções por ponteiros, tais como C/C++, Delphi, etc. Entretanto, existem linguagens tais como Visual Basic e VBA que não suportam ponteiros para as funções. Nesse caso foi introduzido o conceito da interface tipo *automation*. Através da interface tipo *automation*, os clientes desenvolvidos nessas linguagens podem fazer uso da interface padrão onde os métodos são chamados pelo nome e por ponteiros. Existem portanto, especificações OPC separadas para interfaces do tipo *custom* e *automation*.

A publicação das especificações para o padrão OPC possibilitou o desenvolvimento de diversos produtos para a automação industrial, os quais se beneficiam das vantagens proporcionadas pelo padrão (FONSECA,2002):

- Padronização das interfaces de comunicação entre os servidores e clientes de dados em tempo real, facilitando a integração e manutenção dos sistemas;
- Eliminação de drives de comunicação proprietário;
- Melhoria do desempenho e otimização da comunicação entre dispositivos de automação;
- Interoperabilidade entre sistemas de diversos fabricantes;
- Facilidade de desenvolvimento e manutenção de sistemas e produtos para comunicação em tempo real;
- Facilidade de treinamento.

Atualmente existem diversos produtos no mercado que utilizam o OPC para comunicação com os dispositivos do chão de fábrica. O OPC está se tornando rapidamente o padrão de comunicação adotado pelo mercado de automação industrial e pela indústria.

2.4 RsLinx

O RsLinx é um servidor de comunicação completo, que fornece conectividade com os dispositivos de chão de fábrica, suportando aplicações múltiplas com redes diferentes, para todos os produtos da Rockwell, além de fornecer diversas relações abertas, para levantamento de análise e desenvolvimento de software sob encomenda.

O RsLinx possui um servidor OPC, que utiliza as especificações do OPC Data Access 2.5, disponibilizando assim os dados por ele lido para servidores de dados e aplicações clientes, *custom ou automation*.

A partir do RsLinx é possível visualizar, configurar e monitorar os dispositivos de campo da Rockwell, utilizando o software específico para cada dispositivo. Por exemplo: para configurar a Devicenet, utiliza-se o Network for Devicenet, para configuração e monitoramento dos CLP's da família SLC 500, utiliza-se o RsLogix 500.

2.4.1 RsLinx Gateway

Essa ferramenta do RsLinx o torna um servidor de dados para outros RsLinx's que estejam na mesma rede *ethernet* (TCP/IP), possibilitando assim outras aplicações acessarem os dispositivos de campo, sem aumentar o tráfego da rede de comunicação dos dispositivos, além de diminuir os gastos com cabeamento e os pontos de erro, necessários na distribuição dos dados para a supervisão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Comparativo entre as opções de desenvolvimento

A escolha das opções supervisório Vista, OPC remoto e RsLinx Gateway, para o desenvolvimento de aplicação para a supervisão, se deve a plataforma escolhida para o supervisório SCADA, que é um supervisório em IFix 4.0, que aquisita os dados a um CLP Rockwell, SLC 500 5/05, utilizando o RsLinx e o drive OPC, tornando assim essas as únicas opções de desenvolvimento sem aquisitar os dados direto no CLP.

Para efetuar os testes, fez-se necessário o desenvolvimento de aplicação *ladder*, onde foram utilizados os documentos Memorial Descritivo, Lista de Entrada e Saída e Matriz Causa e Efeito, que estão em anexo, como referência para a elaboração das lógicas.

3.1.1 Critérios

Atualmente, quando se necessita distribuir as informações coletadas pelos sistemas SCADA, o mais comum é o desenvolvimento de sistema Vista, de forma que um estudo das características da aplicação fica bastante restrito. A inexistência de literatura sobre o assunto foi verificada após exaustivas pesquisas. Dessa forma, a solução encontrada para estabelecer os critérios de comparação foram retirados das necessidades e características desejadas em um sistema de supervisão.

De forma a estudar as características de cada aplicação, foi necessário desenvolver um sistema SCADA específico, que controla e supervisiona um Forno, onde foi utilizado o CLP Rockwell SLC 500 5/05, para o desenvolvimento do ladder e o IFix 4.0, para o desenvolvimento do supervisório, aquisitando os dados a partir do RsLinx e utilizando o drive OPC Server. Após a conclusão do desenvolvimento do sistema SCADA, foram desenvolvidas as três opções para distribuição dos dados: um supervisório Vista em IFix 4.0, um supervisório, em IFix 4.0, utilizando o drive OPC Remote e por último um supervisório em IFix 4.0, aquisitando os dados a partir do RsLinx Gateway e utilizando o drive OPC Server.

3.1.1.1 Tempo de resposta no sistema SCADA

Pode-se dizer que a principal função dos sistemas de supervisão é o monitoramento e controle do processo produtivo; sendo assim, o sistema necessita de dados sempre atualizados, por isso quanto menor for o tempo de resposta para leitura e escrita de dados, melhor será o sistema. A inclusão de outro sistema aquisitando dados ao sistema SCADA pode influenciar o desempenho de leitura e escrita do mesmo, por isso faz-se necessário analisar esse fator.

3.1.1.2 Tempo de resposta no sistema implantado

Como dito anteriormente, a principal função dos sistemas de supervisão é o monitoramento e controle do processo produtivo, sendo assim todo e qualquer sistema de supervisão necessita de uma ótima performance na leitura e escrita dos dados, tornando assim um fator a ser analisado.

3.1.1.3 Tempo de atualização CLP / sistema SCADA

Com o advento dos sistemas de automação, o controle e segurança do processo passou a ser executado pelo CLP, devido a sua velocidade de resposta e a sua confiabilidade, entretanto muita vezes o operador necessita interagir com o mesmo, alterando um *set point* de um PID ou efetuando um comando para ligar ou desligar uma bomba, abrir e fechar uma válvula, e qual o tempo que esse comando leva para chegar ao destino são muito importantes para a utilidade e confiabilidade do sistema, tornando assim, esse fator muito importante no estudo.

3.1.1.4 Tempo de atualização CLP / sistema implantado

Conforme visto anteriormente, os sistemas de automação, o controle e segurança do processo passou a ser executado pelo CLP, devido as suas características inerentes, entretanto devido as necessidades operacionais, muitas vezes o operador necessita interagir com o sistema, alterando um *set point* de um PID ou efetuando um comando para ligar ou desligar uma bomba ou abrir e fechar

uma válvula e o tempo de atualização desses comandos no sistema são muito importante para a viabilidade e confiabilidade do sistema.

3.1.1.5 Tráfego na rede

Em todas as opções o sistema vai aquisitar dados ao sistema SCADA, utilizando a rede ethernet(TCP/IP), que não é uma rede determinística, havendo a possibilidade de colisões de pacotes, ocasionando perdas de dados, sendo esse um problema grave para um monitoramento e controle do processo, quanto menor o tráfego na rede, melhor será o sistema.

3.1.1.6 Processamento do micro do supervisório SCADA

Durante a execução do sistema SCADA, o micro além de executar os processos pertinentes ao sistema operacional, executa os programas e processos do sistema supervisório, o IFix 4.0, o do drive de comunicação, o OPC Server e o de aquisição de dados ao CLP, o RsLinx, utilizando processamento do micro, se o processamento aumentar, devido a qualquer interferência, ele terá menos tempo para execução do sistema SCADA, perdendo performance.

3.1.1.7 Custo

Em todo processo produtivo a relação custo/benefício deverá ser levado em conta, pois uma das opções pode ser a melhor, entretanto o custo pode inviabilizar a mesma, por isso não podemos dispensar a análise desse fator.

3.1.2 Supervisório Vista IFix 4.0

O Vista é um sistema que aquisita dados a outro sistema supervisório, o SCADA, que os lê do CLP, ou seja ele não processa as informações mostradas, ele somente as lê quando solicitado, envia comando ao SCADA. Isso só é possível porque todo sistema supervisório, quando habilitado o SCADA, se torna um servidor OPC dos dados lido, tornando assim possível a comunicação entre supervisórios, necessitando, apenas, para isto, que informe ao sistema quais os sistemas SCADA's que os dados serão lidos.

3.1.2.1 Tempo de resposta no sistema SCADA

O tempo compreendido entre a escrita no supervisório e o retorno da informação para o sistema, é o tempo de resposta no sistema, e o mesmo foi medido efetuando escritas nos *set point* dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 1,653 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático/manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno demorou em média 1,710 s.

Tabela 1 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA

Tempo de resposta no SCADA	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	1,55
PIC-02-SP	1,68
TIC-02-SP	1,73
Média(seg)	1,653
Digital	
SEL-B-01	1,73
AUT/MAN XV-01	1,67
AUT/MAN TIC-02	1,73
Média(seg)	1,710

3.1.2.2 Tempo de resposta no sistema implantado

Da mesma forma que no supervisório SCADA, foi medido efetuando escritas nos *set point* dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 1,720 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno demorou em média 1,913 s.

Tabela 2 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no Vista

Tempo de resposta no Vista	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	1,67
PIC-02-SP	1,73
TIC-02-SP	1,76
Média(seg)	1,720
Digital	
SEL-B-01	1,89
AUT/MAN XV-01	1,91
AUT/MAN TIC-02	1,94
Média(seg)	1,913

3.1.2.3 Tempo de atualização CLP / sistema SCADA

Tempo de atualização CLP/sistema supervisório, consiste no tempo entre uma escrita efetuada no software RsLogix 500, software de monitoramento do ladder, e a atualização da mesma no sistema supervisório e vice-versa.

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 1,660 s, dos *set point* foi de 1,500 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 1,997 s e nos comandos em 1,687 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários: 0,367 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,363 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 3 - Tempo médio, em segundos, da interção ladder/supervisório SCADA

Tempo de atualização ladder-SCADA	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	1,58
LT-01	1,76
FT-03	1,64
Média(seg)	1,660
FIC-01-SP	1,37
PIC-02-SP	1,46
TIC-02-SP	1,67
Média(seg)	1,500
Leitura - Digital	
LSSL-02	1,76
ZSH-01	1,89
XL-01	2,28
Média(seg)	1,977
SEL-B-01	1,64
AUT/MAN XV-01	1,73
STATUS HD PILOTOS	1,69
Média(seg)	1,687
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,36
PIC-02-SP	0,36
TIC-02-SP	0,38
Média(seg)	0,367
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,36
AUT/MAN XV-01	0,37
PARTIR HD PILOTOS	0,36
Média(seg)	0,363

3.1.2.4 Tempo de atualização CLP / sistema implantado

Como descrito anteriormente, o tempo de atualização CLP/sistema supervisório, consiste no tempo entre uma escrita efetuada no software RsLogix 500, software de monitoramento do ladder, e a atualização da mesma no sistema supervisório e vice-versa.

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 2,183 s, dos *set point* foi de 1,630 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 2,080 s e nos comandos em 1,977 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários: 0,370 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,373 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 4 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório Vista

Tempo de atualização ladder-Vista	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	2,17
LT-01	2,1
FT-03	2,28
Média(seg)	2,183
FIC-01-SP	1,82
PIC-02-SP	1,49
TIC-02-SP	1,58
Média(seg)	1,630
Leitura - Digital	
LSLL-02	2,14
ZSH-01	1,64
XL-01	2,46
Média(seg)	2,080
SEL-B-01	2,1
AUT/MAN XV-01	1,85
STATUS HD PILOTOS	1,98
Média(seg)	1,977
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,38
PIC-02-SP	0,36
TIC-02-SP	0,37
Média(seg)	0,370
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,36
AUT/MAN XV-01	0,37
PARTIR HD PILOTOS	0,39
Média(seg)	0,373

3.1.2.5 Tráfego na rede

O tráfego na rede, consiste em averiguar a quantidades de bits e pacotes solicitados pelo sistema implantado ao sistema SCADA, a partir de software de monitoramento de rede.

Em 5 (cinco) minutos de monitoramento, foram comunicados, entre o sistema SCADA e o Vista 13.618 MB e 37.815 pacotes, gerando em média uma ocupação de 0,429% do processamento de rede do sistema SCADA. É importante observar que 62% dos bytes comunicados foram em pacotes com tamanhos entre 256 e 1023 KB, ou seja pacotes grandes que possuem maior probabilidade de dar colisão e no caso de uma perda de um pacote, necessariamente há uma grande perda de dados, conforme mostrado na Figura 2, como também nas figuras 3 e 4, podemos visualizar em gráficos o tráfico na rede, em bits e Pacotes, respectivamente.

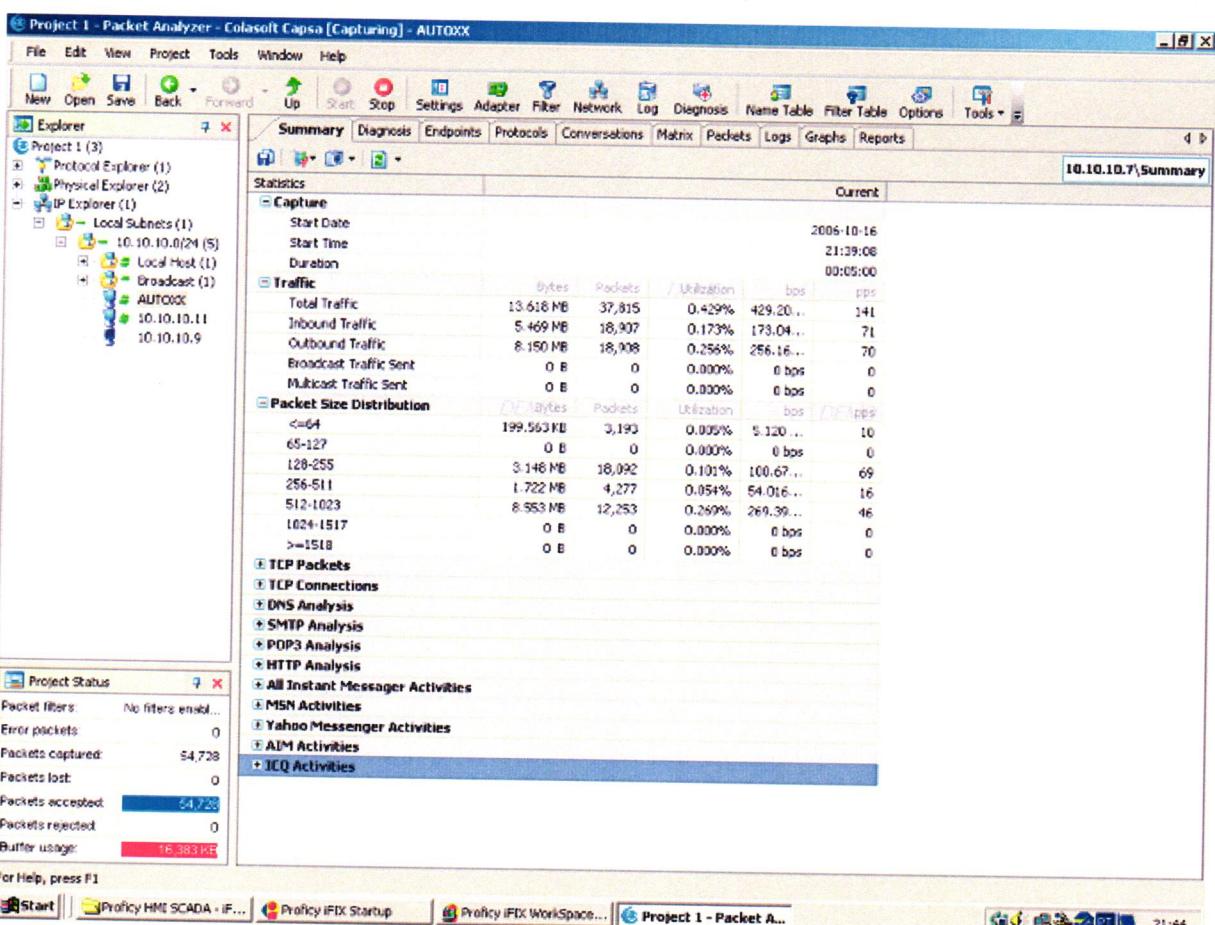


Figura 2: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório Vista

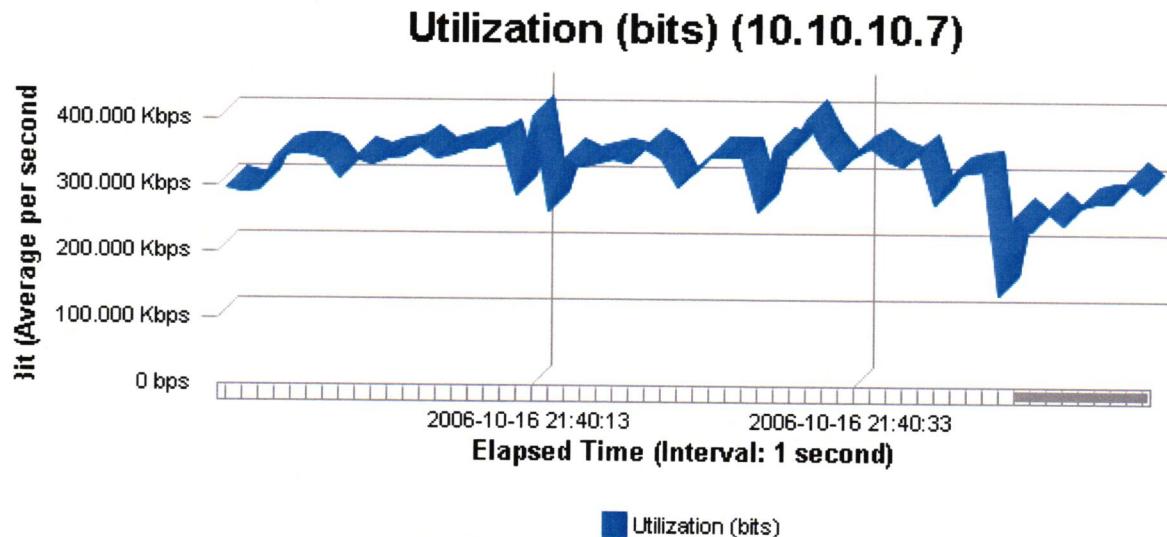


Figura 3: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório Vista

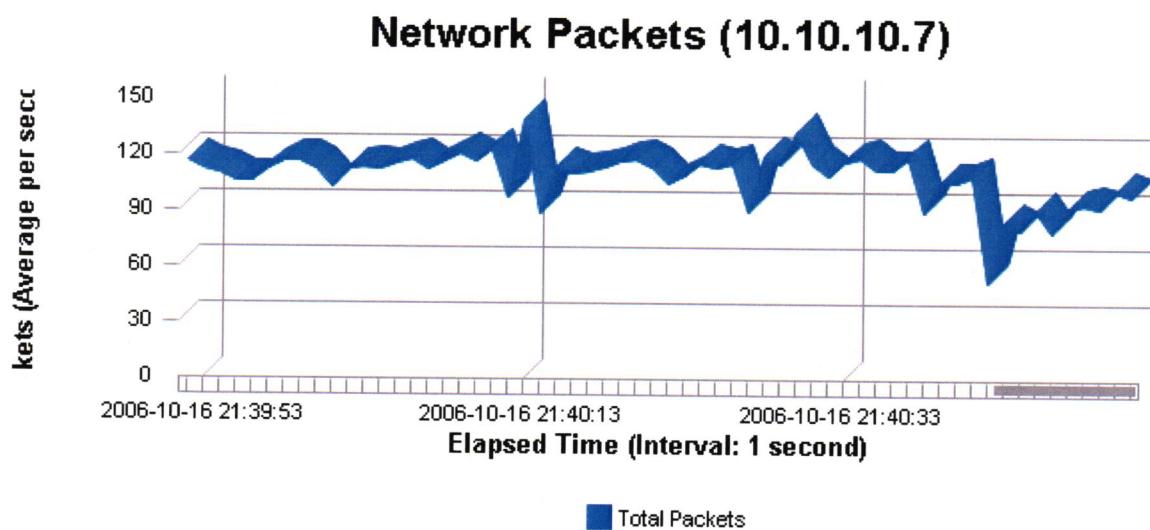


Figura 4: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório Vista

3.1.2.6 Processamento do micro do supervisório SCADA

Para verificação e monitoramento do processamento do micro do sistema SCADA, foi utilizado o Windows Task Manager, durante 2 (dois) minutos e foi verificado que na maior parte do tempo o processamento ficou em 0%, com algumas oscilações para 2% e poucos picos de 4%, não passando disso.

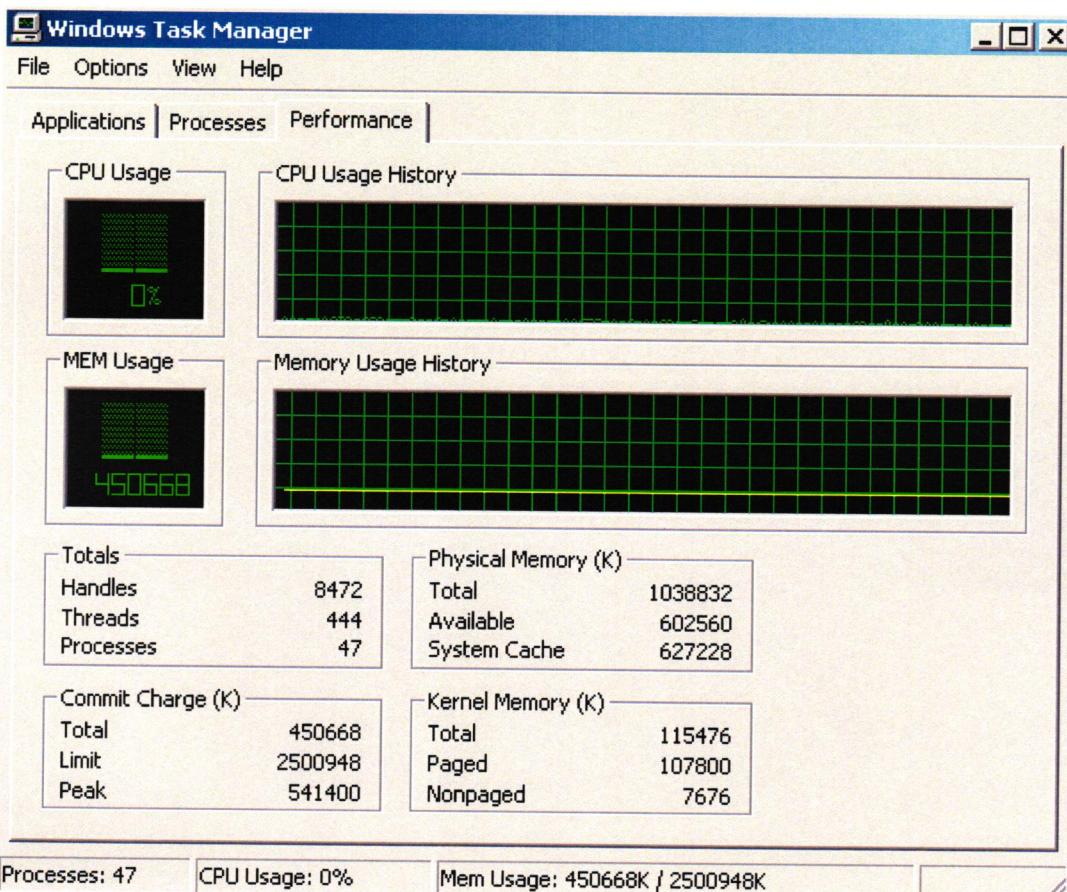


Figura 5: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado sendo o Vista

3.1.2.7 Custo

Na formulação do custo, não foi levado em conta o custo do desenvolvimento e dos materiais necessários para o funcionamento do sistema SCADA e o micro que foi utilizado em todos os sistemas tem a mesma especificação

e com isso o mesmo valor. Ou seja, foi levado em conta somente o utilizado no desenvolvimento e software's necessários ao sistema a ser implantado.

Para o desenvolvimento do sistema Vista, foram necessárias 8 horas de trabalho; a hora de desenvolvimento, cobrado pelo mercado nacional, de um técnico em automação é de R\$ 75,00, ou seja de mão-de-obra foi gasto R\$ 600,00, convertendo temos US\$ 333,33.

No sistema Vista não é necessário o RsLinx e como o mesmo é Vista tem um preço mais em conta, para a licença do supervisório, que é de US\$ 3.045,00, perfazendo um total gasto de US\$ 3.378,33.

3.1.3 Supervisório com OPC Remoto

É um sistema SCADA, entretanto o mesmo não aquisita dados direto ao CLP, ele apenas utiliza o drive OPC Server que está instalado e configurado, para aquisitando dados ao RsLinx, no micro SCADA, que se comunica com o CLP.

3.1.3.1 Tempo de resposta no sistema SCADA

Os testes foram efetuados com escritas nos *set point* dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 1,740 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno demorou em média 1,740 s.

Tabela 5 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA

Tempo de resposta no SCADA	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	1,82
PIC-02-SP	1,67
TIC-02-SP	1,73
Média(seg)	1,740
Digital	
SEL-B-01	1,64
AUT/MAN XV-01	1,76
AUT/MAN TIC-02	1,82
Média(seg)	1,740

3.1.3.2 Tempo de resposta no sistema implantado

Da mesma forma que no supervisório SCADA, foi medido efetuando escritas nos *set point* dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 1,517 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno demorou em média 1,580 s.

Tabela 6 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no supervisório com OPC Remoto

Tempo de resposta no OPC Remoto	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	1,37
PIC-02-SP	1,55
TIC-02-SP	1,63
Média(seg)	1,517
Digital	
SEL-B-01	1,46
AUT/MAN XV-01	1,55
AUT/MAN TIC-02	1,73
Média(seg)	1,580

3.1.3.3 Tempo de atualização CLP / sistema SCADA

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 2,477 s, dos *set point* foi de 2,160 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 1,723 s e nos comandos em 1,987 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários: 0,370 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,367 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 7 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório SCADA

Tempo de atualização ladder-SCADA	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	2,46
LT-01	2,57
FT-03	2,4
Média(seg)	2,477
FIC-01-SP	1,97
PIC-02-SP	2,28
TIC-02-SP	2,23
Média(seg)	2,160
Leitura - Digital	
LSLL-02	2,07
ZSH-01	1,46
XL-01	1,64
Média(seg)	1,723
SEL-B-01	1,72
AUT/MAN XV-01	1,69
STATUS HD PILOTOS	2,55
Média(seg)	1,987
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,36
PIC-02-SP	0,38
TIC-02-SP	0,37
Média(seg)	0,370
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,37
AUT/MAN XV-01	0,36
PARTIR HD PILOTOS	0,37
Média(seg)	0,367

3.1.3.4 Tempo de atualização CLP / sistema implantado

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 2,477 s, dos *set point* foi de 1,500 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 1,743 s e nos comandos em 1,650 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários: 0,373 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,367 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 8 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório com OPC Remoto

Tempo de atualização ladder-OPC Remoto	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	2,49
LT-01	2,55
FT-03	2,3
Média(seg)	2,447
FIC-01-SP	1,55
PIC-02-SP	1,46
TIC-02-SP	1,49
Média(seg)	1,500
Leitura - Digital	
LSLL-02	2,01
ZSH-01	1,55
XL-01	1,67
Média(seg)	1,743
SEL-B-01	1,67
AUT/MAN XV-01	1,46
STATUS HD PILOTOS	1,82
Média(seg)	1,650
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,37
PIC-02-SP	0,37
TIC-02-SP	0,38
Média(seg)	0,373
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,38
AUT/MAN XV-01	0,36
PARTIR HD PILOTOS	0,36
Média(seg)	0,367

3.1.3.5 Tráfego na rede

Em 5 (cinco) minutos de monitoramento, foram comunicados, entre o sistema SCADA e o Vista 13.092 KB e 107 pacotes, gerando em média 0.0% de ocupação do processamento de rede do sistema SCADA.

É importante observar que 76% dos bytes comunicados foram em pacotes menores que 255 KB, ou seja pacotes pequenos que possuem uma menor probabilidade de dar colisão e no caso de uma perda de um pacote, há uma perda de dados muito pequena.

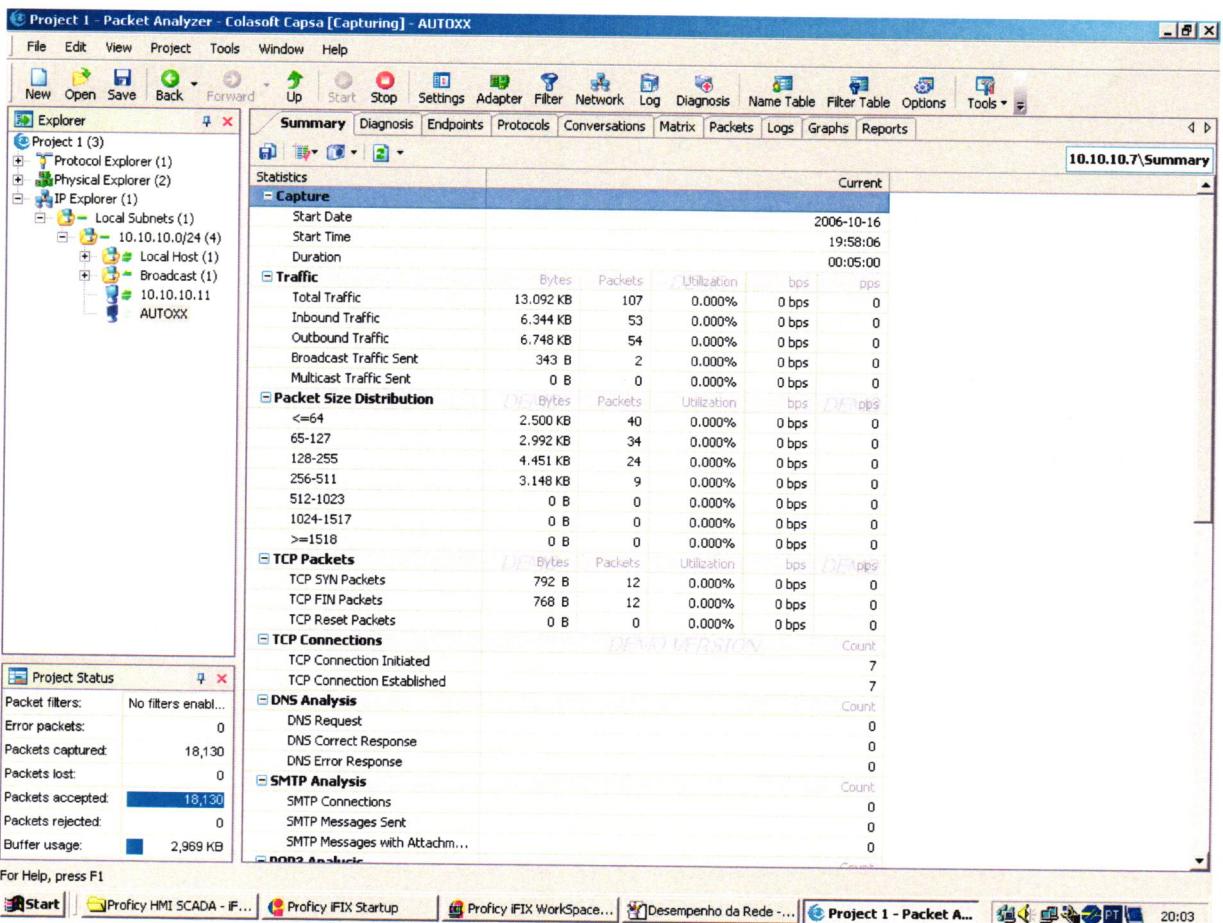


Figura 6: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório com OPC Remoto

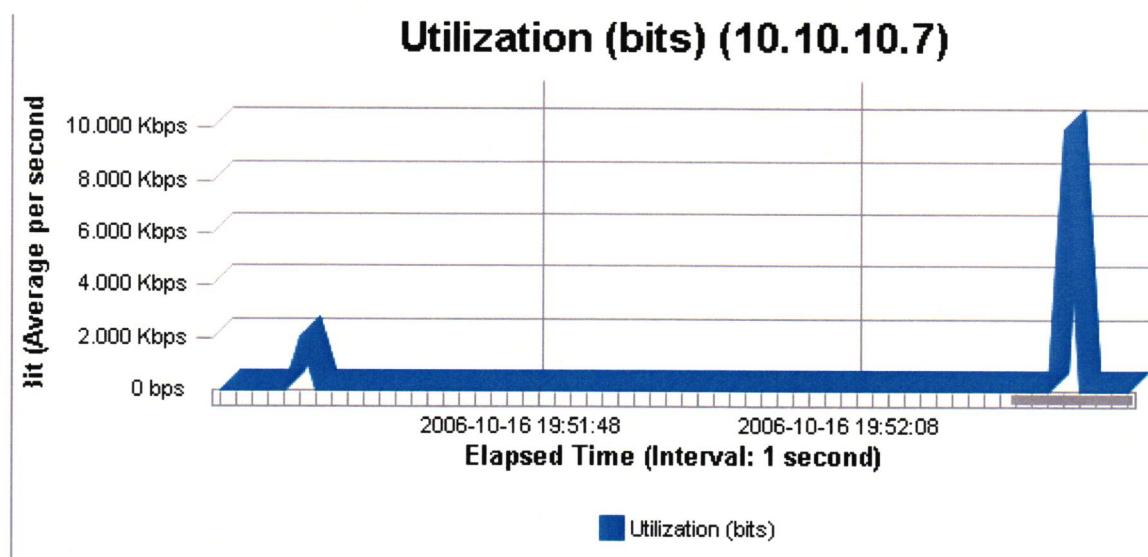


Figura 7: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com OPC Remoto

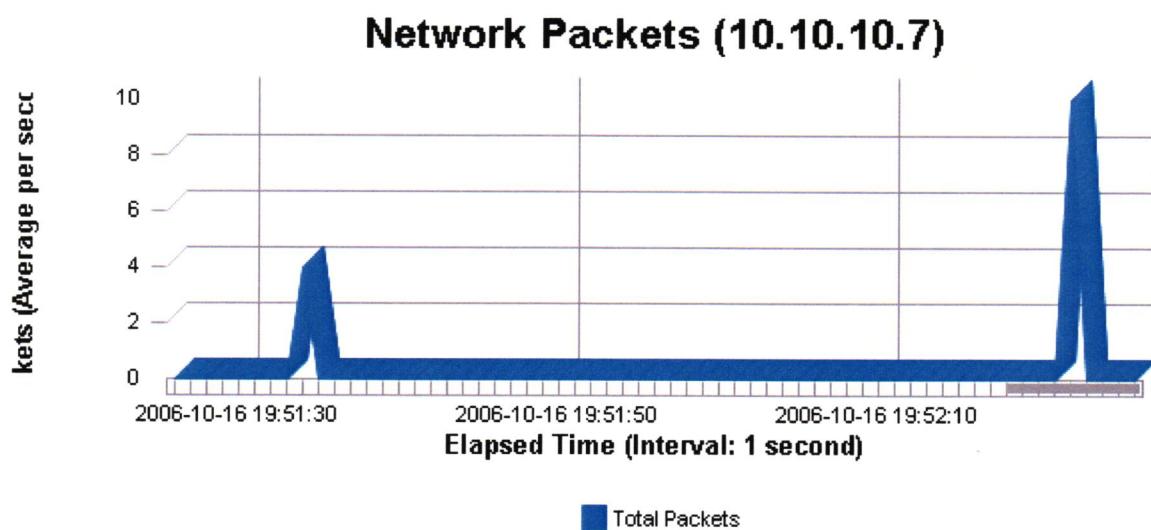


Figura 8: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com OPC Remoto

3.1.3.6 Processamento do micro do supervisório SCADA

Foi verificado que na maior parte do tempo o processamento ficou em 0%, com algumas oscilações para 2% e poucos picos de 4%, entretanto em uma ocasião o processamento chegou a 16%.

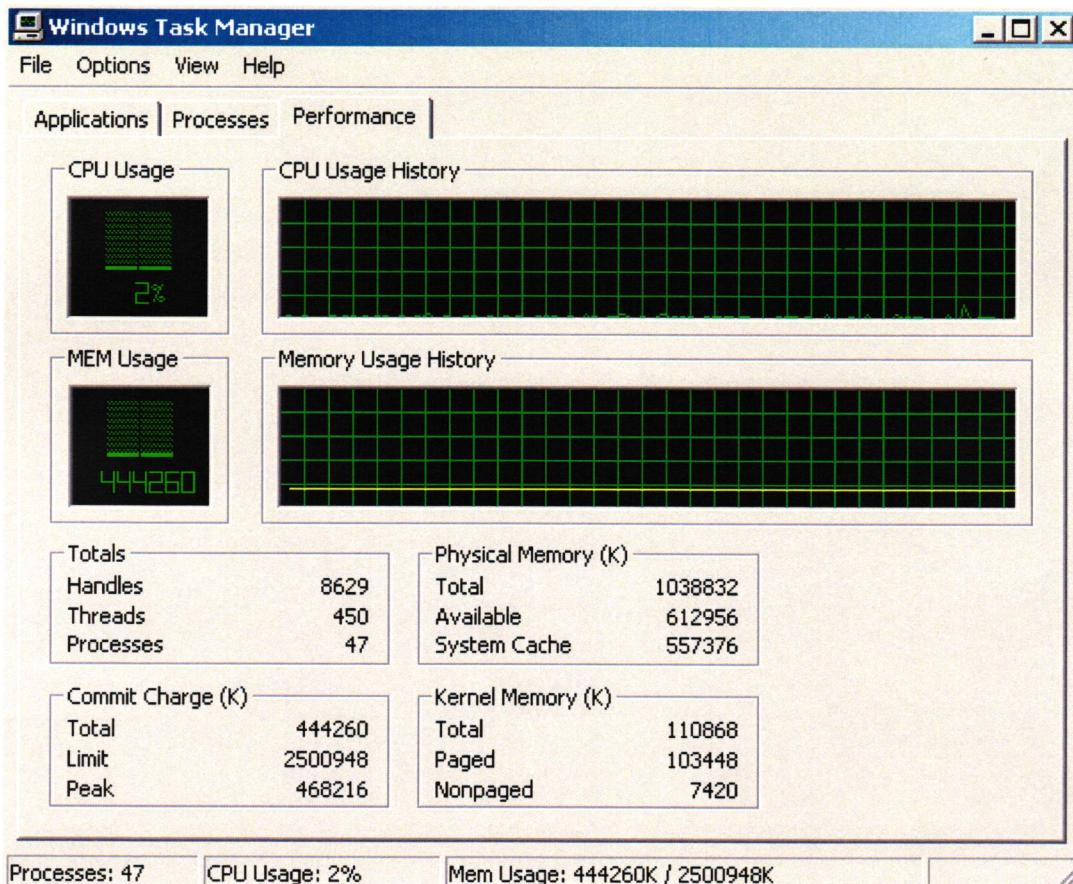


Figura 9: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado utilizando o OPC Remoto

3.1.3.7 Custo

Para o desenvolvimento do sistema SCADA com OPC Remoto, foram necessárias 20 horas de trabalho; ou seja de mão-de-obra foi gasto R\$ 1.500,00, convertendo em dólar, temos US\$ 833,33.

No sistema SCADA com OPC Remoto, não é necessário o RsLinx, entretanto, por se tratar de um sistema SCADA, a licença do supervisório tem que ser Plus SCADA, que é de US\$ 7.975,00, totalizando um gasto de US\$ 8.808,33.

3.1.4 Supervisório com RsLinx Gateway

É um sistema SCADA, entretanto o mesmo não aquisita dados direto ao CLP, ele utiliza um drive do RsLinx, o Gateway, que se configurado no RsLinx que lê os dados do chão de fábrica, disponibiliza, para os IP's configurados, acesso a todos os dispositivos lidos pelo mesmo.

3.1.4.1 Tempo de resposta no sistema SCADA

Os testes foram efetuados com escritas nos set point dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 2,397 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno foi em média 2,053 s.

Tabela 9 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no SCADA

Tempo de resposta no SCADA	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	1,94
PIC-02-SP	2,58
TIC-02-SP	2,67
Média(seg)	2,397
Digital	
SEL-B-01	1,73
AUT/MAN XV-01	1,79
AUT/MAN TIC-02	2,64
Média(seg)	2,053

3.1.4.2 Tempo de resposta no sistema implantado

Da mesma forma que no supervisório SCADA, foi medido efetuando-se escritas nos *set point* dos PID's: FIC-01, PIC-02 e TIC-02, e aconteceu em média em 2,130 s e efetuando comandos digitais: seleção da B-01, comando automático/manual da XV-01 e comando automático manual do TIC-02, o tempo entre a escrita e o retorno foi em média 2,017 s.

Tabela 10 - Tempo médio, em segundos, de atualização dos comandos no supervisório com RsLinx Gateway

Tempo de resposta no RsLinx Gateway	
Float Ponit	(média 3)
FIC-01-SP	2,12
PIC-02-SP	2,19
TIC-02-SP	2,08
Média(seg)	2,130
Digital	
SEL-B-01	1,94
AUT/MAN XV-01	1,87
AUT/MAN TIC-02	2,24
Média(seg)	2,017

3.1.4.3 Tempo de atualização CLP / sistema SCADA

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 1,440 s, dos *set point* foi de 0,830 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 2,033 s e nos comandos em 1,727 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários: 0,373 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,373 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 11 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório SCADA

Tempo de atualização ladder-SCADA	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	1,55
LT-01	1,19
FT-03	1,58
Média(seg)	1,440
FIC-01-SP	0,73
PIC-02-SP	0,82
TIC-02-SP	0,94
Média(seg)	0,830
Leitura - Digital	
LSLL-02	2,06
ZSH-01	2,1
XL-01	1,94
Média(seg)	2,033
SEL-B-01	1,8
AUT/MAN XV-01	1,66
STATUS HD PILOTOS	1,72
Média(seg)	1,727
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,38
PIC-02-SP	0,37
TIC-02-SP	0,37
Média(seg)	0,373
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,37
AUT/MAN XV-01	0,37
PARTIR HD PILOTOS	0,38
Média(seg)	0,373

3.1.4.4 Tempo de atualização CLP / sistema implantado

Na escrita pelo RsLogix, o tempo necessário para atualização, no supervisório, das entradas analógicas foi de 3,237 s, dos *set point* foi de 2,720 s. Já nos digitais, os status do campo atualizou em 2,620 s e nos comandos em 2,430 s.

Nas escritas pelo sistema, foram necessários 0,377 para atualizar no ladder a escrita dos *set point's* e 0,370 para atualizar os comandos digitais.

Tabela 12 - Tempo médio, em segundos, da interação ladder/supervisório com RsLinx Gateway

Tempo de atualização ladder-RsLinx Gateway	
Leitura - Float Point	(média 3)
PT-01	3,19
LT-01	3,28
FT-03	3,24
Média(seg)	3,237
FIC-01-SP	2,76
PIC-02-SP	2,58
TIC-02-SP	2,82
Média(seg)	2,720
Leitura - Digital	
LSLL-02	2,85
ZSH-01	2,55
XL-01	2,46
Média(seg)	2,620
SEL-B-01	2,15
AUT/MAN XV-01	2,16
STATUS HD PILOTOS	2,98
Média(seg)	2,430
Escrita - Float Ponit	
FIC-01-SP	0,38
PIC-02-SP	0,38
TIC-02-SP	0,37
Média(seg)	0,377
Escrita - Digital	
SEL-B-01	0,36
AUT/MAN XV-01	0,37
PARTIR HD PILOTOS	0,38
Média(seg)	0,370

3.1.4.5 Tráfego na rede

Em 5(cinco) minutos de monitoramento, foram comunicados, entre o sistema SCADA e o Vista 1.776 MB e 17.059 pacotes, gerando 0,05% de ocupação, em média, do processamento de rede do sistema SCADA.

É importante observar que 100% dos bytes comunicados foram em pacotes menores que 255 KB, ou seja pacotes pequenos que possuem uma menor probabilidade de dar colisão e no caso de extravio de um pacote, há uma perda de dados muito pequena.

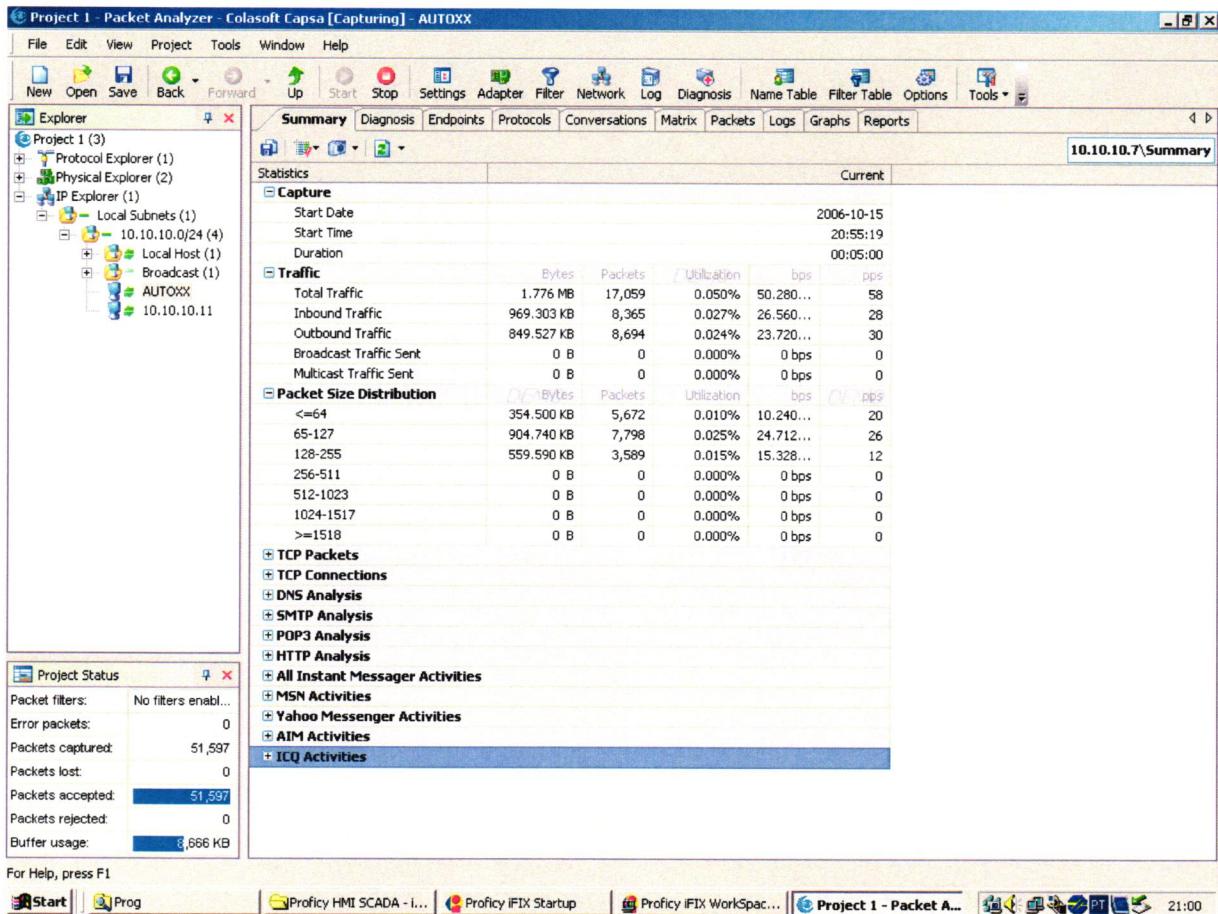


Figura 10: Programa de gerenciamento de rede, instalado no micro do supervisório SCADA, indicando o tráfego gerado na rede pelo micro do supervisório com RsLinx Gateway

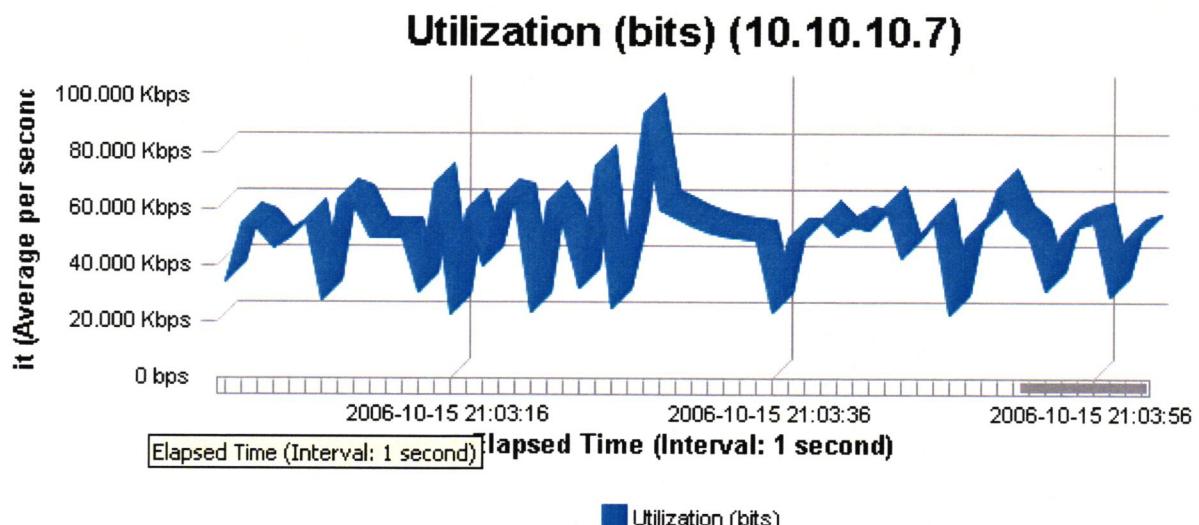


Figura 11: Indicativo do tráfego, em bits, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com RsLinx Gateway

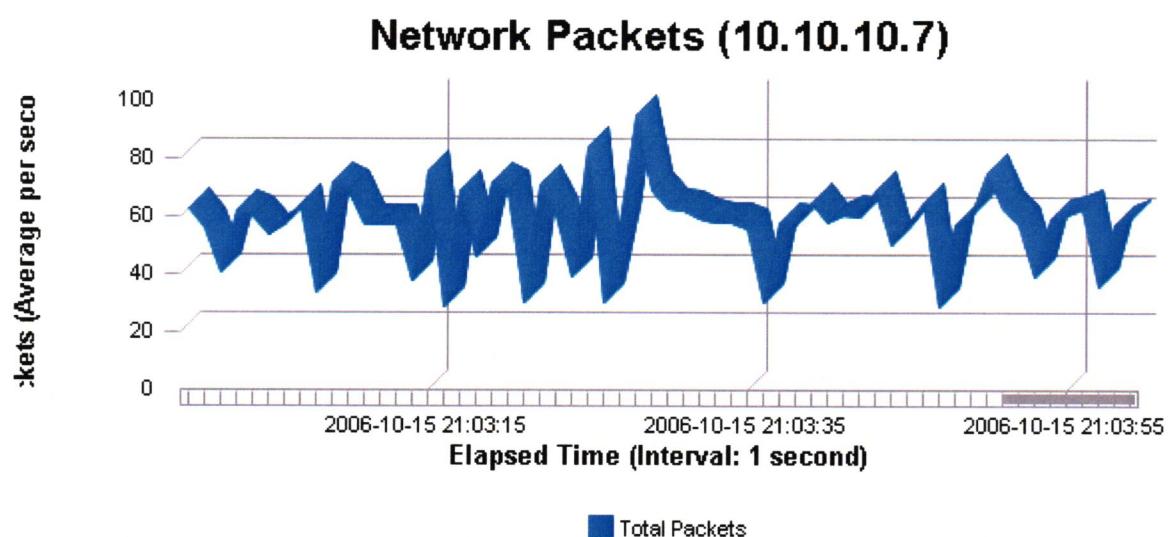


Figura 12: Indicativo do tráfego, em pacotes, gerado ao sistema SCADA, pelo supervisório com RsLinx Gateway

3.1.4.6 Processamento do micro do supervisório SCADA

Verificou-se que na maior parte do tempo o processamento ficou em 0%, com algumas oscilações para 2% e com raros picos de 4%.

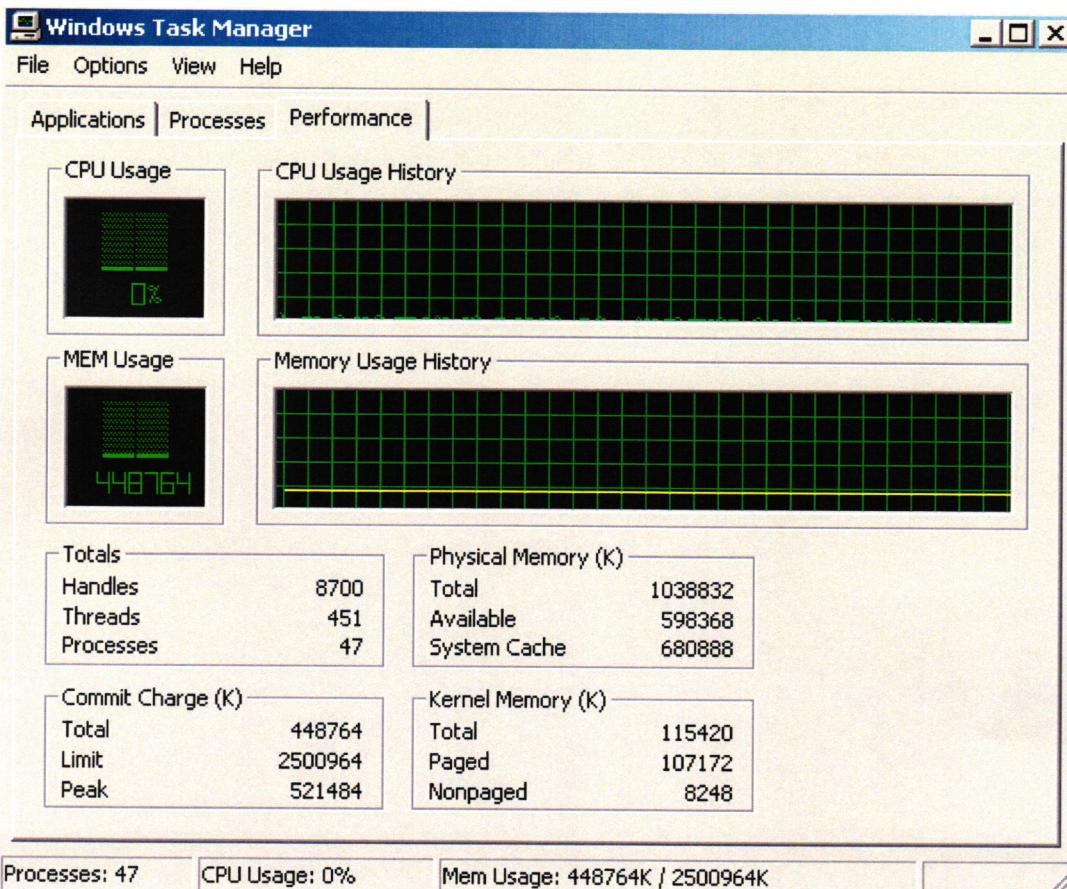


Figura 13: Gerenciador do SO, que indica o percentual de processamento do mesmo, com o supervisório implantado utilizando o RsLinx Gateway

3.1.4.7 Custo

Para o desenvolvimento do sistema SCADA com RsLinx Gateway, foram necessárias 20 horas de trabalho, ou seja de mão-de-obra foi gasto R\$ 1.500,00 convertendo em dólar, temos US\$ 833,33.

No sistema SCADA com RsLinx Gateway, é necessário o RsLinx, com licença especial, gerando um gasto de R\$ 7.735,27, ou seja US\$ 4.297,37 e por se tratar de um sistema SCADA, a licença do supervisório tem que ser Plus SCADA, que é de US\$ 7.975,00, tendo um gasto de US\$ 13.105,70.

Os resultados obtidos por meio da execução deste trabalho estão dispostos na tabela abaixo:

Tabela 13 – Resumo dos resultados obtidos nos testes

		Sistema Vista	Sistema OPC Remoto	Sistema RsLinx Gateway
Tempo de resposta no Sistema SCADA				
	Float Point	1,653	1,740	2,397
	Digitais	1,710	1,740	2,053
Tempo de resposta no Sistema Implantado				
	Float Point	1,720	1,517	2,130
	Digitais	1,913	1,580	2,017
Tempo de atualização ladder/sistema SCADA				
	Leitura Float Point	1,580	2,318	1,135
	Leitura Digital	1,832	1,855	1,880
	Escrita Float Point	0,367	0,370	0,373
	Escrita Digital	0,363	0,367	0,373
Tempo de atualização ladder/sistema implantado				
	Leitura Float Point	1,907	1,973	2,978
	Leitura Digital	2,028	1,697	2,525
	Escrita Float Point	0,370	0,373	0,377
	Escrita Digital	0,373	0,367	0,370
Tráfego na Rede				
	Bytes	13.618 MB	12,78 MB	1.776 MB
	Pacotes(unid)	37.815	107	17.059
	Ocupação(%)	0,429	0	0,050
Desempenho do micro do sistema SCADA	Muito bom, com média próxima de zero.	bom, com média perto de 0,5%, devido a um pico de 16% de utilização.	Muito bom, pouquíssimo de 0%.	média acima de 0%.
Custo	US\$	3.378,33 US\$	8.808,33 US\$	13.105,70

4 CONCLUSÃO

Através do trabalho desenvolvido, foi possível verificar a importância de se desenvolver a pesquisa realizada, devido a pouca literatura sobre a mesma, podendo assim elucidar dúvidas pertinentes e guiar decisões sobre o desenvolvimento de sistemas supervisório, para a distribuição das informações.

Dentre as opções testadas, o sistema supervisório Vista, foi o que obteve o melhor desempenho concernente ao desempenho do sistema SCADA, pois foi o melhor em 83,33 % dos testes realizados no mesmo, já no sistema testado, ele teve um desempenho razoável, foi o melhor em 33,33% dos itens e o pior em apenas 16,67% dos itens, não interferiu no desempenho do micro do sistema SCADA, além de possuir o menor custo de implantação, em torno de 38,37% do custo da segunda opção mais barata, a do OPC Remoto, entretanto, foi a opção que obteve o pior desempenho de rede, comunicou 766,78% mais bytes, a taxa de ocupação foi 858% maior e solicitou 221,67% a mais de pacotes ao servidor do que o RsLinx Gateway, que obteve apenas o desempenho intermediário, nesse quesito.

O sistema com OPC Remoto, obteve um desempenho razoável, no que diz respeito aos testes do sistema SCADA, pois em 83,33% dos testes foi a opção intermediária e em 16,67 % foi a pior opção, entretanto nos testes referentes ao sistema implantado, o OPC Remoto, ele foi o que obteve o melhor desempenho em 66,67% dos parâmetros pesquisados e em 33,33% obteve um desempenho um pouco baixo do melhor, não interferiu no desempenho do sistema SCADA, além do desempenho de rede ser impressionante, solicitou apenas 0,72% dos bytes e 0,63% dos pacotes que o RsLinx Gateway, que foi a opção intermediária, solicitou ao servidor de dados, além de praticamente não gerar tráfego na rede. O custo de implantação do sistema com o OPC Remoto é relativamente alto, se comparado a melhor opção, o Vista, gerando um gasto 260,65% maior.

O RsLinx Gateway, obteve o pior desempenho nos dois sistemas, no SCADA e no implantado, onde 83,33% obteve o pior desempenho e no SCADA em 16,67% obteve o melhor desempenho, já no sistema implantado, foi apenas o intermediário nos 16,67% restante, além de ser a opção mais onerosa; mas, como em todos os outros não interferiu no desempenho do micro do sistema SCADA e obteve um desempenho razoável no desempenho de rede, sendo muito melhor que

o Vista e deixando a desejar em relação ao OPC Remoto. A grande vantagem de se utilizar essa opção, seria se nesse micro, além de executar o sistema supervisório, fosse necessário em algum momento acessar os dispositivos de campo, para um configuração ou monitoramento de status.

Portanto pode-se observar, que as opções do sistema Vista e do OPC remoto obtiveram uma performance equilibrada, o Vista se destacando pelo baixo custo e o OPC remoto pelo ótimo desempenho no que concerne à utilização da rede, fator esse muito importante na escala industrial; o RsLinx Gateway se descartaria, excetuando-se em casos como o citado no parágrafo anterior. De forma que, cabe ao responsável pela solicitação do projeto avaliar a relação custo/benefício das duas opções, e no caso de haver disponibilidade financeira, a opção do OPC remoto é a melhor escolha, pois devido ao seu ótimo desempenho de rede, abre a possibilidade de distribuir maior quantidade de informações, sem prejudicar a qualidade e confiabilidade dos dados.

REFERÊNCIAS

- APPLEGATE, L.M.**Corporate Information System Management: text and Cases**, 4a. Edição, Irwin, Inc. Boston, MA.1996.
- BOYER, Stuart,A.**SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition**, Instrument Society of América, Research Triangle, NC. 1993.
- BRADEN, R, **Requirements for Internet Hosts - Communication Layers**. IETF, out. 1989. RFC 1122 (Standard).
- Documentação do site da OPC Foudation: www.opcfoudation.org, em 20/09/07.
- EZELL, C.B.C.**Risks of Cyber Attack to Supervisory Control and Data Acquisition for Water Supply**, Tese apresentada à Faculty of the School of Engineering and Applied Science, University of Virginia.
- FONSECA, Marcos.**Relatório sobre Desempenho da Comunicação OPC**, documento de projeto da ATAN Sistemas, 2002.
- MARTINEZ, A, **Control Supervisorio de un Equipo de Puverización Catódica Reactiva**, Trabajo de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, 2002.
- NATALE, FERDINANDO, **Automação Industrial**, 2ª edição, Editora Érica, São Paulo, 2000.
- POON, H.L.**Application of Data Acquisition System**, Computers in Industry, v.13, p.49-59, 1989.
- SICA, Carlos.**Sistemas Automáticos com Microcontroladores**. Novatec, 2006.

ANEXOS

MEMORIAL DESCRIPTIVO		Nº:
CLIENTE:		FOLHA: 1 de 6
PROGRAMA:		
ÁREA: INDUSTRIAL		
TÍTULO: MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA		

		RESPONSÁVEL HELBER RIBEIRO DE M. SILVA
		<small>Aplicativo/Versão - MS WORD 2003 Arquivo eletrônico: : Memorial Descritivo do Sistema</small>

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL PARA APROVAÇÃO.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	25/08/07								
PROJETO	MCC								
EXECUÇÃO	HELBER								
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO	JOSEVALD								

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DO CONCLUENTE, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº:	REV.: 0
	PROGRAMA:	INDUSTRIAL	FOLHA: 2 de 6
	TÍTULO:	MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA	

ÍNDICE

1. OBJETIVO	03
2. DESCRIPTIVO FUNCIONAL	03
2.1 ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DO FLUIDO	04
2.2 ARMAZENAMENTO E TRASNFERÊNCIA DO GÁS COMBUSTÍVEL	05
2.3 AQUECIMENTO DO FLUIDO	06

	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº:	REV.: 0
	PROGRAMA: INDUSTRIAL	FOLHA:	3 de 6
	TÍTULO: MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA		

1.OBJETIVO

Este memorial descritivo tem como finalidade fornecer informações para definição da lógica de controle e da instrumentação de um sistema de forno para uma planta industrial.

2. DESCRIPTIVO FUNCIONAL

Este forno tem o objetivo de aquecer um fluido, que será utilizado posteriormente no processo, para isso, está agregado nesse processo dois vasos, sendo um para armazenamento do fluido a ser aquecido e outro para armazenamento do gás combustível, duas bombas, uma reserva da outra, para o envio do fluido ao forno e mais os instrumentos necessários para o controle e segurança do processo.

	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº:	REV.: 0
PROGRAMA:	INDUSTRIAL	FOLHA:	4 de 6
TÍTULO:	MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA		

2.1 ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DO FLUIDO

O fluido a ser aquecido é armazenado no Vaso V-01, no mesmo existe um medidor de nível (LT-01) e uma chave de nível muito baixo (LSLL-01), de onde será enviado ao forno pelas bombas B-01 e B-02, sendo as mesmas ligadas via comando pelo supervisório. Na descarga das bombas, temos um medidor de pressão (PT-01), um medidor de vazão (FT-01), que controla, a partir de um FIC-01 a vazão na linha e um medidor de temperatura(TT-01).

Condições para se desligar as bombas B-01 e B-02:

1. Nível baixo no V-01; conforme alarme da chave de nível LSLL-01 ou pelo TRIP gerado pelo LT-01 (LALL-01);
2. A válvula on/off (xv-01), de sucção das bombas, estiver fechada;
3. Pressão muito baixa na descarga das bombas, gerada pelo PT-01 (PALL-01);
4. Vazão muito baixa na descarga das bombas, gerada pelo FT-01 (FALL-01).

	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº:	REV.: 0
	PROGRAMA: INDUSTRIAL	FOLHA:	5 de 6
	TÍTULO: MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA		

2.2 ARMAZENAMENTO E TRASNFERÊNCIA DO GÁS COMBUSTÍVEL

O gás combustível é armazenado no Vaso V-02, no mesmo existe um medidor de nível (LT-02), que controla a partir de um LIC-02, o nível do vaso, uma chave de nível muito alto (LSHH-02), um medidor de pressão (PT-02), que controla a pressão na entrada pelo PIC-02 e um medidor de vazão, para totalizar o gás utilizado no aquecimento, de onde por diferencial de pressão é enviado aos header dos pilotos e dos queimadores.

	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº:	REV.: 0
PROGRAMA:	INDUSTRIAL	FOLHA:	6 de 6
TÍTULO:	MEMORIAL DESCRIPTIVO DE FUNCIONAMENTO E LÓGICA		

2.3 AQUECIMENTO DO FLUIDO

O fluido será aquecido por troca de calor efetuada dentro do forno, por onde o fluido irá percorrer um longo percurso (dentro do forno), por serpentinas. O forno é composto por dois header, um dos pilotos e um dos queimadores, no primeiro temos 6(seis) válvulas ON/OFF, sendo elas: SDV-01, BDV-01, e XV's 02, 03, 04 e 05, as quais controlam o fluxo de gás para os pilotos, 4(quatro) pilotos e 4(quatro) sinalizadores de chama, já no segundo temos 7(sete) válvulas: SDV's 02, 03, 04, 05, e 06 e BDV-02, as quais controlam o fluxo de gás para os queimadores e 4(quatro) queimadores, tem ainda 4(quatro) transmissores de temperatura(TT's 01, 02, 03 e 04), sendo os dois primeiros, um na entrada e outro na saída do fluido no forno, sendo este responsável por controlar, a partir do TIC-02, a válvula que controla a passagem de gás para os queimadores, e os outros dois são, um de temperatura na parte superior do forno e o outro na parte inferior (do forno) e têm-se um medidor de vazão na saída do forno.

O medidor de pressão do header dos pilotos, para o funcionamento do forno por completo, por pressão muito baixa e muito alta, fazendo fechar todas as XV's e SDV's relacionadas ao forno e abrir as BDV's relacionadas ao mesmo, já o do header dos queimadores, as pressões muito baixa e muito alta para apenas o header dos queimadores, ou seja fecha as SDV's 02, 03, 04, 05, 06 e 07 e abre a BDV-02.

Existem também 2(dois) alarmes de advertência, sendo o primeiro de alto diferencial de vazão na entrada e na saída do forno, para avisar possível vazamento na serpentina interna do forno e o segundo de diferencial de temperatura da parte superior e inferior do forno, fora dos parâmetros, para advertir possíveis problemas (no forno).

		REV 0
CLIENTE OU USUÁRIO		FOLHA 1 DE 3
EMPR./PROG.		DATA 25/08/2007
ÁREA/UNID.		IN
INDUSTRIAL		
TÍTULO	MATRIZ DE CAUSA E EFEITO	SA
	ASP	RESPONSÁVEL HELBER RIBEIRO
		REG.CREA Nº:

ÍNDICE DE REVISÕES

REV	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL PARA APROVAÇÃO

	Rev 0	Rev A	Rev B	Rev C	Rev D	Rev E	Rev F	Rev G	Rev H
DATA	25/08/2007								
PROJETO	MCC								
EXECUÇÃO	HELBER								
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO	JOSEVALDO								

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADES DO CONCLUENTE, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO

V-01

CLIENTE	Nº	EXEC.	REVISÃO	FOLHA
0	0	HELBER	0	2 DE 3

1

Nº

EX

HEI

1

2 BE 2

2 DE 3

CAUSA

EFEITO

			MATRIZ DE CAUSA E EFEITO F-01							
			CLIENTE		Nº		EXEC.		REVISÃO	
			0	0	HELBER	0	3	DE 3		
FLUX.	FUNÇÃO	TAG	TAG	FUNÇÃO	FLUX.					
(*)-001	CHAVE NIVEL MUITO ALTO V-02	LSHH_02	X	X	X	X	X	X	X	
(*)-001	PRESSÃO MUITO BAIXA PT_03	PALL_03	X	X	X	X	X	X	X	
(*)-001	PRESSÃO MUITO ALTA PT_03	PAHH_03	X	X	X	X	X	X	X	
(*)-001	PRESSÃO MUITO BAIXA PI_04	PALL_04		X	X		X		X	
(*)-001	PRESSÃO MUITO ALTA PI_04	PAHH_04		X	X		X		X	

EFEITO

CAUSA

	LISTA		Nº						
	CLIENTE:			FOLHA: 1 de 5					
	PROGRAMA:								
	ÁREA: INSDÚSTRIAS								
	TÍTULO: LISTA DE ENTRADAS E SAÍDAS								
				RESPONSÁVEL Helber Ribeiro de M. Silva					
		Aplicativo/Versão - MS EXCEL 2003 Arquivo eletrônico: Lista de entrada e saída							
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRÍÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	ORIGINAL PARA APROVAÇÃO								
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:									
DATA	REV. 0 25/08/2007	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
PROJETO	MCC								
EXECUÇÃO	HELBER								
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO	JOSEVALDO								
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADES DO CONCLUENTE, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE									

