

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE REDES DE AUTOMAÇÃO EM OPERAÇÃO

Gabriel Arthur Guieiro
gabriel.guieiro@visionsistemas.com.br
VISION Sistemas Industriais

Jaert de Aguiar Leão
jaert.aguiar@visionsistemas.com.br
VISION Sistemas Industriais

Leandro Freitas de Abreu
leandro.freitas@visionsistemas.com.br
VISION Sistemas Industriais

Abstract

In a consolidated automation system, usually occurs changes from the original project, undertaken in the design of the plant, driven mainly by expansion or the lack of development standards. Through well-defined steps, the diagnosis of automated plant network can be made, based on easy measurement criteria and spending a few costs. The result of the analysis following the proposed methodology offers information for different levels of improvements in the system.

Resumo

Em um sistema de automação consolidado, muitas vezes ocorrem mudanças a partir do projeto original, realizado na concepção da planta, motivadas principalmente por expansão ou pela falta de padrões de desenvolvimento. Através de etapas bem definidas é possível realizar o diagnóstico de uma rede de automação de maneira eficiente, baseando-se em critérios de fácil mensuração e despendendo poucos custos. O resultado da análise seguindo a metodologia proposta oferece informações para diferentes níveis de melhorias no sistema.

Palavras-Chave: Metodologia, análise, rede, automação, operação.

1. Introdução

Apesar do intenso investimento que se observou nos últimos anos na melhoria de desempenho de sistemas de automação como um todo, é comum encontrar casos em que os mesmos não atendem às necessidades dos usuários finais.

É comum atribuir o desempenho de uma rede estritamente aos elementos que a constituem, deixando à parte a interação entre eles. Normalmente os sistemas que fazem interface com o usuário final são taxados como responsáveis pelo mau desempenho da rede como um todo, uma vez que todos os problemas culminam na limitação da operabilidade destes. Em um sistema de automação já consolidado, muitas vezes ocorrem mudanças a partir do projeto original, realizado na concepção da planta, motivadas principalmente por expansão ou pela falta de padrões de implementação. Ao se deparar com problemas de comunicação, é preciso realizar um estudo sistemático e global da situação, buscando encontrar não somente o "elemento-problema", mas a forma como os elementos da rede influem no desempenho um dos outros.

Com etapas bem definidas é possível realizar o diagnóstico de maneira eficiente, baseando-se em critérios de fácil mensuração, despendendo poucas horas de engenharia e utilizando softwares gratuitos.

Realizando uma análise que compreende desde o funcionamento do protocolo de comunicação até as configurações de interface de comunicação entre os elementos finais da rede, passando pelos elementos comutadores (Switches, Hubs, Conversores e.g.), o artigo aponta, de maneira objetiva e interdisciplinar, como e quais são os parâmetros a serem analisados e de que forma eles se relacionam.

O resultado da análise seguindo a metodologia proposta oferece informações para diferentes níveis de melhorias no sistema, que vão desde pequenos ajustes em aplicativos (supervisório, CLP, e.g), chegando até a reformulação da arquitetura. Desta forma, as soluções propostas adéquam-se às mais diversas realidades de infra-estrutura e orçamento.

Ao fim do artigo é apresentado um estudo de caso onde a metodologia foi aplicada e seus resultados avaliados, de forma que a eficácia do método pôde ser colocada a prova.

2. Objetivo do Trabalho

Este trabalho descreve uma metodologia simples, baseada em etapas, capaz de realizar análises em redes de automação, a fim de levantar os problemas de desempenho e apontar soluções.

3. Descrição Técnica

Com o propósito de facilitar a compreensão e auxiliar na organização do projeto, as atividades a serem realizadas são divididas em 5 fases que progridem cronologicamente ao longo da análise de rede. Estas fases serão descritas a seguir.

3.1 FASE 1 – Levantamento do Sistema

Nesta fase, é realizado o levantamento detalhado do sistema considerando hardware, software e firmware. Estes componentes são os objetos de estudo e análise da rede em questão.

2.1.2 Levantamento em campo

1. Levantamento da configuração atual da rede e coleta de *backups* atualizados dos programas de CLP, Supervisório, entre outros. Estes itens refletem de que maneira os recursos da rede estão sendo utilizados.
2. Levantamento da área de memória, *scan* e estruturação das comunicações de cada CLP. Estes parâmetros servirão de referência em uma análise posterior do desempenho dos dispositivos.
3. Levantamento de todos os softwares e *drivers* utilizados nos servidores e nas máquinas que estão conectadas aos CLPs. Desta maneira, possibilita-se uma consulta quanto à adequação destes itens.
4. Levantamento dos modelos de hardware utilizados (estações de supervisão, programação, comutadores como switches, hubs, repetidores, conversores; CLPs, SDCDs, Rádio, etc).
5. Interação com os operadores da Planta: Os operadores, devido sua vivência com a planta podem apontar com mais facilidade os problemas que afetam o desempenho do sistema. Estas informações são importantes, porém cabe resguardo quanto a sua fidelidade técnica. Devem ser realizados testes que visam reforçar ou eliminar os pontos levantados pelos operadores.

2.1.3 Estudo do Levantamento em Campo

Nesta etapa do trabalho é realizada avaliação das características de campo levantadas. Estas atividades podem ser realizadas nas dependências da empresa executora do projeto. Utilizando os mesmos softwares utilizados na planta, como programadores de CLP, sistemas supervisório, sistemas de gestão como PIMS, MES, etc. Desta forma, é simulado, em parte, o ambiente do sistema em questão.

1. Levantamento de todas as conexões configuradas em cada CLP. Dessa maneira são estabelecidos os pontos e endereçamentos da rede, formas de comunicação, entre outros.
2. Levantamento de todas as configurações realizadas nos switches da rede, quando aplicável.
3. Levantamento da base de dados dos servidores de supervisão, assim como suas características quanto a tipos de dados utilizados, tamanho e comunicação.
4. Levantamento das áreas de interface dos CLPs.

Concluída a Fase 1, é gerado um documento técnico descrevendo todas as configurações de comunicação, levantamento de hardware e software, lista de endereços da rede e o desenho da arquitetura da rede do sistema. Este desenho identifica os tipos de redes quanto à arquitetura, tecnologia, etc. Este documento visa somente a descrição do cenário atual do sistema.

2.2 FASE 2 - Avaliação dos equipamentos de rede instalados e configurações do sistema

2.2.1 Avaliação de Hardware e Firmware

Nesta fase serão levantadas todas as características técnicas dos dispositivos conectados à rede como switches, hubs, roteadores, CLPs, placas de rede, etc. O potencial e limitações destes dispositivos são colocados a prova e confrontados com o sistema em operação.

2.2.2 Avaliação de Softwares e Drivers

Nesta fase serão levantadas todas as configurações de comunicação e *drivers* possíveis. Da mesma maneira que realizada na avaliação de hardware e firmware, essa análise tem como objetivo verificar sua adequação.

Concluída a Fase 2, é gerado um documento técnico confrontando as configurações de softwares e *drivers* utilizadas com as configurações possíveis. Desta forma, é estabelecido um paralelo entre as características nominais, ou seja, o real potencial do sistema, e o quadro atual em operação.

2.3 FASE 3 - Análise da Aplicação dos Dispositivos

Finalizada a FASE 2, e visando simular o ambiente de rede em operação, são realizados ensaios utilizando os mesmos componentes de rede do cenário analisado – podendo até se estender aos instrumentos – visando levantar e mensurar os critérios propostos. As estações de trabalho devem reproduzir fielmente as utilizadas no cenário analisado.

2.3.1 Análise em Bancada

Será feito um teste em bancada para a análise das características inerentes ao funcionamento dos dispositivos de rede, assim como:

- Protocolos de comunicação;
- Utilização de memória e scan CLP
- Tempo de atuação nas saídas e leitura de entradas do CLP, pelo sistema SCADA.
- Taxas de requisição e de resposta de comando dos sistemas SCADA,
- Índice de perdas de pacotes de comunicação;
- Ocupação da banda e latência da rede;
- Eficiência dos dispositivos comutadores (Switches, Hubs, roteadores, transmissores e conversores de sinal)
- Assim como outros parâmetros relevantes para processos específicos.

2.3.2 Coleta em Campo

Ao fim dos testes de bancada, deverá ser feita uma coleta de dados em campo dos CLPs, estações de operação e estações de programação que fazem comunicação com estes CLPs. Poderão ser definidas prioridades ou mesmo quais CLPs serão analisados, pois deve ser considerada a necessidade de pequenas paradas da planta (quando necessárias) para viabilizar a coleta. Nesta fase, é utilizado um software para monitoração e análise do desempenho de redes. Um software bastante difundido - e gratuito - é o Wireshark (antigo Ethereal). Através de resultados gerados, são analisados os dados dos dispositivos conectados à rede.

2.3.3 Análise das Coletas em Campo

A análise das coletas de campo tem como objetivo quantizar o desempenho nos critérios que a equipe estipulara, assim como calcular as estatísticas da rede, como taxa de utilização de banda, taxa de erros e colisões além da taxa de broadcast. Cabe ainda avaliar a maneira como os elementos finais da rede manipulam estes dados e criar parâmetros comparáveis e mensuráveis para avaliá-los.

Podem ser criados programas para manipulação destes dados coletados devido à grande quantidade de pacotes de rede coletada. Gráficos e análises estatísticas podem ser gerados para o melhor entendimento e apresentação dos resultados.

O relatório gerado nesta fase contempla os resultados obtidos pelas análises realizadas, incluindo os problemas encontrados durante o estudo.

2.4 FASE 4 - Proposta de mudança

De posse do relatório da Fase 3, é criada uma proposta contendo as melhorias necessárias para a solução definitiva dos problemas encontrados. Importante ressaltar que estas medidas podem ser aplicadas em diversos níveis, dependendo do recurso financeiro disponível. As medidas podem passar por intervenções mais simples (reestruturação da área de interface de dados e da programação dos CLPs) até por profundas mudanças estruturais da rede (alteração da arquitetura ou topologia de rede e troca de dispositivos).

2.5 FASE 5 – Implantação e Avaliação das Mudanças Sugeridas

Visando verificar o sucesso das medidas tomadas, são implantadas as alterações propostas e mensurados, com novas coletas de dados, seus ganhos em relação ao sistema anterior. Caso o ganho constatado não esteja satisfatório, é retomado o trabalho descrito na fase 4, aprofundando as intervenções propostas ou mesmo passando para um novo enfoque dos problemas.



FIGURA 1 – Fluxograma funcional do projeto. FONTE: VISION Sistemas Industriais

4. Estudo de Caso

Visando exemplificar a metodologia apresentada, será descrita sua aplicação em um projeto de análise de rede de automação para uma empresa do segmento de mineração.

O projeto foi contratado para diagnosticar problemas de instabilidade na rede que culminavam em evidente lentidão no sistema de supervisão.

Aplicando as etapas da metodologia apresentada em pontos estratégicos da planta – que representam bem o aspecto geral do sistema de automação – seguem os resultados obtidos acompanhados das respectivas descrições.

4.1 FASE 1 – Levantamento do Sistema

A partir do levantamento de campo, foi criado um mapa da arquitetura de rede utilizada pelo sistema de automação contemplando todos dispositivos além dos softwares empregados. Foram coletados também os programas de CLP, backups do sistema supervisorio entre outras informações que compõem o cenário atual da planta, fornecidos, inclusive, por operadores e funcionários da empresa cliente.

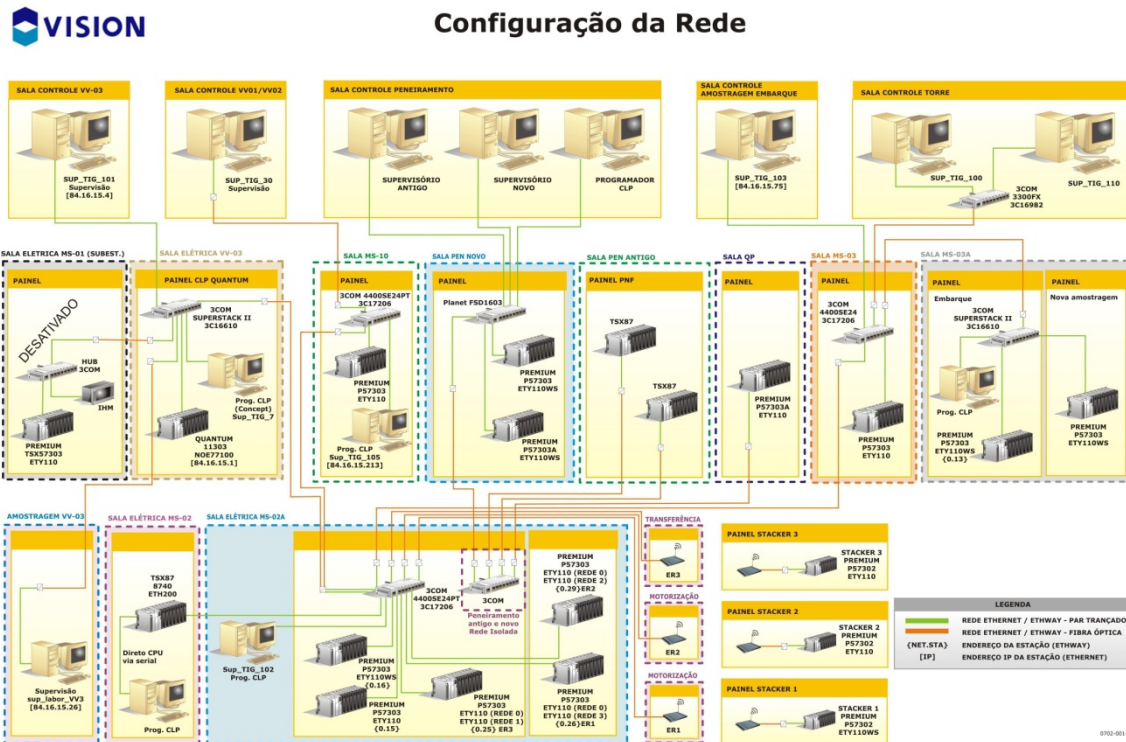


FIGURA 2 - Arquitetura de rede levantada em campo. FONTE: VISION Sistemas Industriais

Todas as informações foram reunidas no documento de conclusão da FASE 1. Desta maneira foi possível tomar conhecimento da atual conjuntura da rede de automação em questão. A partir daí, será avaliado esta configuração quanto a limitações e possibilidades.

4.2 FASE 2 - Avaliação dos equipamentos de rede instalados e configurações do sistema

Após avaliar a situação atual dos dispositivos e confrontá-la com suas características nominais, foi constatado que todos os dispositivos e softwares envolvidos estavam operando dentro de suas capacidades. Desta forma estes foram isentados de culpa pelo mau desempenho apresentado.

Esta constatação foi formalizada em um documento apresentando layout de *checklist*. Em seguida, a aplicação dos dispositivos e softwares é analisada.

4.3 FASE 3 - Análise da Aplicação dos Dispositivos

Foi estabelecido em plataforma um ambiente de simulação contendo um exemplar de cada tipo de dispositivo encontrado na rede em questão. Para tal, foi solicitado ao cliente dois tipos de CLPs, que foram conectados às estações de supervisão e elementos comutadores compatíveis com as utilizadas na planta. A comunicação foi estabelecida utilizando o mesmo meio físico e protocolos. Desta forma, uma “miniatura da planta” foi trazida para a bancada de testes.

A partir daí foram realizados diversos ensaios que identificaram a maneira que se estabelecia a comunicação entre os elementos finais da rede. O protocolo foi destrinchado com auxílio do programa

gratuito de análise de rede *WireShark*. As informações providas por esta análise alimentaram uma ferramenta (macro do Excel) desenvolvida pela VISION Sistemas Industriais projetada para este fim. Esta ferramenta executa análises estatísticas e apresenta resultados consolidados que permitem uma visão simples da informação. Esta análise simplificada é proporcionada pela avaliação de critérios definidos baseados no estudo realizado em bancada:

- Utilização de Banda de Rede
- Tempo de Latência na comunicação CLP – Supervisório
- Tempo de Efetivação do Comando de Operação do Supervisório
- Tempo de Resposta ao Comando de Operação do Supervisório
- Tempo entre Requisições de Leitura pelo Sistema de Supervisão

A figura a seguir mostra o diagrama das etapas de comunicação do protocolo analisado, identificando os tempos relevantes gastos nessa tramitação de dados.

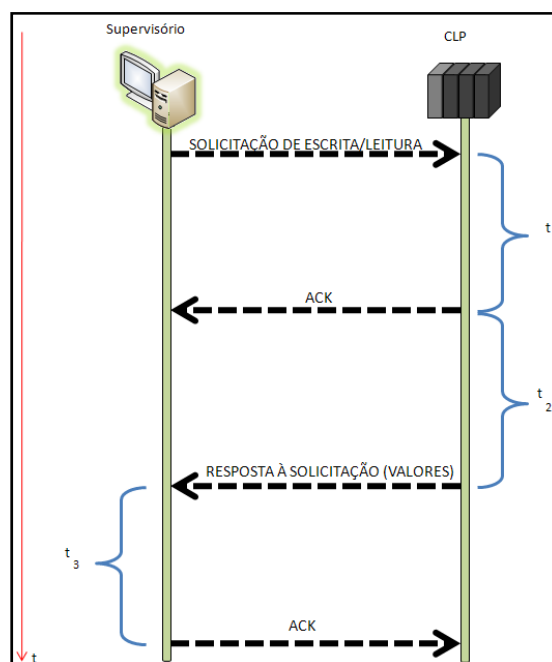


FIGURA 3 - Diagrama do ciclo de comunicação por pacotes entre CLP e supervisório, identificados no teste de bancada. FONTE: VISION Sistemas Industriais

Conhecendo a forma de comunicação utilizada, foi iniciada a coleta de dados em campo. Esta coleta foi realizada nos pontos estratégicos definidos anteriormente, e de modo a driblar fatores como sazonalidade do problema e amostragem de dados inadequada.

De posse da massa de dados coletadas, o próximo passo é transformá-la em informação útil para tomada de decisões quanto à identificação do problema e proposição de soluções para saná-los. Isso é viabilizado pelo estudo realizado em bancada, que foi fiel o suficiente para possibilitar que a ferramenta seja alimentada com dados reais da planta e forneça avaliação dos critérios propostos

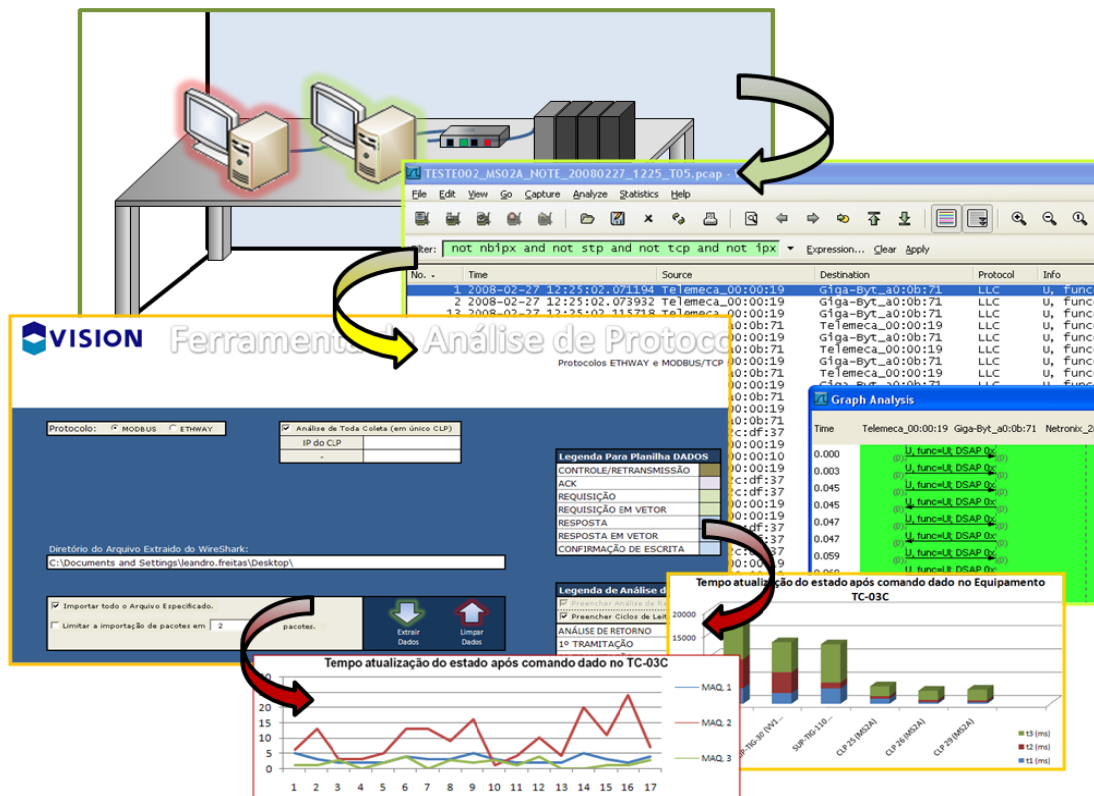


FIGURA 4 - Processo de Análise de Rede

Ao final desta fase foi gerado um relatório que identificou os problemas existentes na rede que não passavam por insuficiências de desempenho de quaisquer dispositivos e sim por uma configuração inadequada no sistema de supervisão. Esta constatação pode ser evidenciada pelos fatos descritos:

Parâmetro	Avaliação
Todas as estações de supervisão – operando em modo <i>stand alone</i> – solicitavam dados dos CLPs simultaneamente;	
Tempo de resposta dos pacotes por parte do CLP e do Supervisório apresentavam tempo adequado, se avaliados individualmente. (Equivale aos tempos t_1 e t_3 identificados na FIGURA 3);	
Taxa de ocupação de banda de rede inferior a 2% de utilização	
Taxa de ocupação das portas dos switches inferiores a 5% (Identificados via protocolo SNMP pelo software <i>WireShark</i>);	
Efetivação de comandos de operação no CLP, através do sistema de supervisão, ocorridos em tempo ínfimo. (Identificados via arquivos de LOG gerados na janela de operação de equipamentos e sincronizados com a monitoração do CLP feita pelo <i>WireShark</i>);	
Tempo entre requisições de leitura de estados realizados em intervalos de tempo inadequado (superiores a 10s em alguns casos). A ferramenta da Vision identificou este parâmetro;	
Tempo de atualização dos estados no sistema supervisório realizadas em tempo superior a 10s em alguns casos. Parâmetro identificado também pela ferramenta da Vision.	

Tabela 1 – Critérios e Avaliações Realizados ao Final da FASE 3

4.4 FASE 4 – Proposta de Mudanças

Basicamente, as mudanças que foram propostas afetam, em uma primeira análise, o sistema supervisor e, aumentando o nível de qualidade e profundidade das mudanças, uma alteração na arquitetura de rede existente. Ainda em relação à profundidade das mudanças, os elementos chamados de “elementos comutadores” da rede, como Switches, conversores e Hubs foram considerados adequados para a atual conjuntura do sistema, baseando-se nos dados analisados, não sendo envolvidos em qualquer das mudanças propostas. Estão relacionadas abaixo as propostas de mudança:

4.4.1 - Melhoria na leitura de dados do sistema supervisor

Esta mudança visa aperfeiçoar a maneira como se dá a leitura da interface de dados entre supervisor e CLP, efetuando leitura de palavra de dados ao invés de fazê-lo bit a bit.

4.4.2 - Adequações da interface de comunicação entre sistema supervisor e CLP

O conjunto de ações dessa proposta de melhoria contém as alterações realizadas no supervisor, já citadas no item anterior, aliado a um trabalho de classificação das tabelas de leitura do CLP quanto a sua necessidade de periodicidade de leitura. Este trabalho consiste em agrupar os *tags* que necessitam de tempo de atualizações semelhantes em um mesmo *trigger*. Não é adequado que valores de dados considerados de primeira necessidade – no quesito disponibilidade – como dados de malhas de controle, estejam sendo lidos na mesma taxa em que outros dados que exigem menos urgência em sua atualização, como horímetros, por exemplo.

4.4.3 - Mudança da Arquitetura de Rede

As sugestões anteriores visam mitigar os problemas de desempenho da comunicação, que surgiram principalmente devido à necessidade de expansão da automação do TIG e inclusão de novas funcionalidades nos supervisórios, durante os últimos anos. Cabe salientar que ao se analisar a arquitetura atual do TIG de forma global, observa-se uma desatualização estrutural na mesma. Um sistema de automação do porte do TIG, com tantas estações de operação que utilizam dados de vários CLPs, naturalmente converge para uma arquitetura Cliente-Servidor de supervisor. A seguir estão algumas das vantagens da arquitetura Cliente-Servidor:

- Maior disponibilidade e confiabilidade do sistema;
- Possibilidade de se padronizar o desenvolvimento do sistema de controle e supervisão, estabelecendo uma base de dados única para a planta, de forma a facilitar a manutenção e a inclusão de novas áreas no sistema;
- Baixo custo para expansão, levando-se em conta que a estrutura já estará montada e preparada;
- Diminuição no tempo para análise e resolução de problemas
- Menor custo de treinamento de pessoal
- Todas as estações clientes poderão ter acesso a qualquer área da planta. O acesso de operadores a outras áreas da planta pode ser limitado por senha, de forma a garantir a segurança operacional
- Possibilidade de acesso a um servidor de histórico de dados e alarmes único, que fornecerá dados de todas as áreas. Isso facilita a análise de problemas
- Facilidade na realização de backup do sistema;

4.5 FASE 5 – Implantação e Avaliação das Mudanças Sugeridas

Foi implementado a adequação da área de interface do sistema supervisor. Este item causou impacto mínimo na implementação – gastando poucas horas de engenharia e nenhuma parada na planta – e resultou em ganho considerável no desempenho do sistema supervisor. Isso foi verificado após nova coleta de dados e melhoria nos quesitos avaliados na Tabela 1.

5. Conclusão

A metodologia aplicada permite realizar um diagnóstico de rede de automação incluindo seus elementos físicos, passando pelas configurações dos dispositivos integrantes e de software. Realizada preventivamente, norteia expansões da rede, especificações de hardware e software além de possibilitar a otimização do potencial instalado.

Os documentos fornecidos ao longo da metodologia permitem um acompanhamento gradual por parte dos clientes além de formalizar o andamento do projeto. Isto permite uma maior interação entre o cliente – muitas vezes, quem mais entende da planta analisada – e o executor do projeto. Desta maneira o processo é realimentado diversas vezes, aumentando as chances de sucesso do projeto e de satisfação do cliente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, M.O.F. Desempenho de sistemas de automação – métricas e práticas, VIII Seminário de Automação de Processos, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais.

BRITAIN, Hank Performance Assessment for Management, ISA Show Houston Fall 2003

MARQUES, R.M.M. Relatório de Desempenho do Simplicity Utilizando o Performance Monitor OPC Server

Manual do software WireShark

Manual do software FactoryLink 6.6.0

Manual do hardware CLP Schneider Quantum

Manual do hardware CLP Schneider Premium

REFERÊNCIAS DE APLICAÇÕES PRÁTICAS

Rede de Automação do Terminal da Ilha Guaíba – VALE – Mangaratiba, RJ (Porto de Despacho de Minério). Metodologia aplicada em diversos pontos da rede e provendo ganho expressivo em alguns critérios ao se implementar soluções propostas.

Dados dos Autores

Gabriel Arthur Guieiro

VISION Sistemas Industriais

R. Paraíba, 1323 – 4º andar

30.130.141 – Belo Horizonte – MG

Telefone: 55 (31) 32156200

Fax: 55 (31) 32156200

E-Mail: gabriel.guieiro@visionsistemas.com.br

Jaert de Aguiar Leão

VISION Sistemas Industriais

R. Paraíba, 1323 – 4º andar

30.130.141 – Belo Horizonte – MG

Telefone: 55 (31) 32156200

Fax: 55 (31) 32156200

E-Mail: jaert.aguiar@visionsistemas.com.br

Leandro Freitas de Abreu

VISION Sistemas Industriais

R. Paraíba, 1323 – 4º andar

30.130.141 – Belo Horizonte – MG

Telefone: 55 (31) 32156200

Fax: 55 (31) 32156200

E-Mail: leandro.freitas@visionsistemas.com.br