

Copyright 2009, Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação no **V Congresso Rio Automação**, realizado nos dias 28 e 29 de maio de 2009, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do Evento, seguindo as informações contidas na sinopse e no texto final submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais do **V Congresso Rio Automação**.

Resumo

Este trabalho propõe um estudo que determina o desempenho e a capacidade de expansão de sistemas SCADA antes da sua implementação. São descritos os passos e as características que devem ser observadas para a montagem da plataforma que simulará o sistema final proposto, e os parâmetros de desempenho a serem analisados.

Abstract

This paper proposes a study which determines the performance and capacity for expansion of SCADA systems prior to implementation. The steps and characteristics that must be met for the platform that simulate the final proposed system and the parameters of performance to be analyzed are described.

1. Introdução

Avaliar o desempenho de um sistema de automação antes do início do seu desenvolvimento é de suma importância. Possibilita antever os problemas. Outro parâmetro essencial para o cliente final é a capacidade de expansão futura do sistema.

Normalmente os sistemas que fazem interface com o usuário final, tais como supervisórios e IHMs, são taxados como responsáveis pelo mau desempenho do sistema como um todo, uma vez que a maioria dos problemas culmina na limitação da operabilidade destes. Em geral, os problemas surgem devido às seguintes causas:

1. Falha na definição da arquitetura ou na especificação dos elementos (supervisório, CLP, switches)
2. Falhas na definição ou na implementação da área de interface CLP-supervisório
3. Expansão em um sistema de automação já consolidado. Muitas vezes ocorrem mudanças a partir do projeto original, que podem vir a sobrecarregar o sistema

Os itens a seguir descrevem os passos e as características que devem ser observadas para a montagem da plataforma que simulará o sistema final proposto. Os testes a serem realizados nesta plataforma possibilitam uma análise que compreende desde a área de interface CLP-supervisório, passando pelo funcionamento do protocolo de comunicação e configurações dos elementos da rede, chegando até a implementação da base de dados do supervisório. São também abordados os parâmetros de desempenho a serem avaliados.

¹ Engenheiro de Controle e Automação – VISION SISTEMAS INDUSTRIAIS

² Gerente de Engenharia – VISION SISTEMAS INDUSTRIAIS

2. A Metodologia

A metodologia descrita neste artigo é baseada em procedimentos práticos, realizados integralmente em ambiente análogo ao que será encontrado no sistema real – portanto, simulado. Os testes são realizados para garantir a funcionalidade e a estabilidade do sistema em operação normal, permitir a otimização dos recursos disponíveis e atender aos requisitos do projeto.

Além da situação operacional normal, o sistema é avaliado em condições sobrecarregadas para garantir um bom desempenho mesmo em situações extremas. O teste de desempenho é realizado conforme especificações técnicas do projeto e decorre em etapas, descritas sucintamente abaixo.

Primeiramente é realizado um levantamento da estrutura a ser utilizada e quais os requisitos de desempenho para o sistema. A partir daí são estabelecidos os critérios técnicos que serão utilizados como parâmetros comparativos e de avaliação no fim do teste. Para simular o ambiente em bancada são desenvolvidas rotinas de simulação, coletados os dados do sistema e realizada a análise dos resultados. Para realizar a coleta de dados do sistema em questão são utilizados, além das ferramentas nativas dos hardwares de controle e do sistema de supervisão, uma ferramenta de aquisição de pacotes de rede – *software sniffer freeware* -, denominada WireShark. Através deste software foi possível a obtenção de *raw data* passível de análise. Por fim, é realizada a emissão de relatório de desempenho. Neste documento é exposto qual o potencial da estrutura testada e quais alterações exigidas em caso de uma expansão do sistema.

2.1 Levantamento

Nesta etapa do procedimento é feito o levantamento das especificações técnicas do projeto. Faz parte desse levantamento a definição dos seguintes itens:

- Arquitetura do sistema
- Protocolos de comunicação
- Redundância
- Estruturação de base de dados
- Configuração dos drivers de comunicação
- Configuração da comunicação dos controladores
- Estruturação da programação dos controladores e do sistema de supervisão
- Taxas de compressão e armazenamento de dados

Compondo, desta forma, a estrutura definida para o sistema. Outro ponto relevante a ser especificado é o que se refere ao cenário de operação e sua expectativa de desempenho. É preciso que esteja claro sob quais condições o sistema vai operar (em relação à quantidade de equipamentos, ocupação de memória do CLP, taxas de comunicação e.g.) e qual o seu comportamento esperado. Esta situação servirá de referência para comparações e será denominada ‘operação nominal’ do sistema.

2.2 Definição dos Critérios Técnicos para Avaliação de Desempenho do Sistema

Para avaliar o desempenho de maneira sistemática, são definidos alguns parâmetros relevantes que abrangem vários aspectos do sistema. Dentre eles destacam-se:

- Scan do CLP;
- Ocupação da Rede (Pacotes/tempo e Bytes/tempo);
- Round Trip Time (RTT) dos pacotes provenientes da comunicação Servidor – CLP;
- Tempo de resposta a Comando de um equipamento.

E, para estes parâmetros, são modificadas algumas variáveis conforme abaixo:

- Taxa de leitura (OPC ou driver dedicado);
- Quantidade de Servidores ligados à rede (comunicando com os CLPs);
- Quantidade de CLPs ligados à rede;
- Ocupação dos recursos dos servidores (memória e processamento).

Gerando, assim, uma visão do quão ofensor é cada parâmetro e qual o peso deste na condição geral da rede.

Para incluir um critério dentre os que serão avaliados, é importante que sua inclusão seja justificada tecnicamente e que seja passível de mensuração.



Figura 1 - Diagrama de inclusão de critério de avaliação

Cada critério deve possuir:

- Justificativa Técnica
- Forma de Obtenção
- Avaliação

A justificativa técnica pretende firmar o porquê da inclusão do critério. A forma de obtenção deve ser previamente estabelecida, evitando que o critério não seja avaliado por haver impossibilidade de mensuração. O modo de avaliação pode ser respaldado por normas técnicas, artigos, manuais de fabricante ou outros meios que estabeleçam limites quantitativos para os critérios. Meios empíricos para determinar faixas aceitáveis de operação devem ser utilizados com cautela e precisam ter seu funcionamento detalhado.

Vários critérios podem ser propostos, mas os que têm obtenção difícil ou inferencial devem ser inicialmente preteridos.

3. Teste de Desempenho em Plataforma

O teste de plataforma consiste em realizar uma simulação do ambiente que será encontrado no sistema final. Desta forma, os dispositivos tais como computadores, CLPs, switches, etc. devem ser idênticos aos definidos no projeto original. A configuração dos drivers e softwares devem também seguir essa regra.

3.1. Definição da Arquitetura da Plataforma de Teste

Tendo como objetivo a simulação do ambiente da planta, é montada uma estrutura análoga à detalhada anteriormente, no levantamento e definição da arquitetura do sistema. A complexidade e detalhamento desta estrutura são proporcionais ao nível de fidelidade que se deseja obter, contemplando, principalmente os elementos principais - como CLP, servidores de supervisão e Switches.

Arquitetura de Rede do Teste de Ocupação da Rede

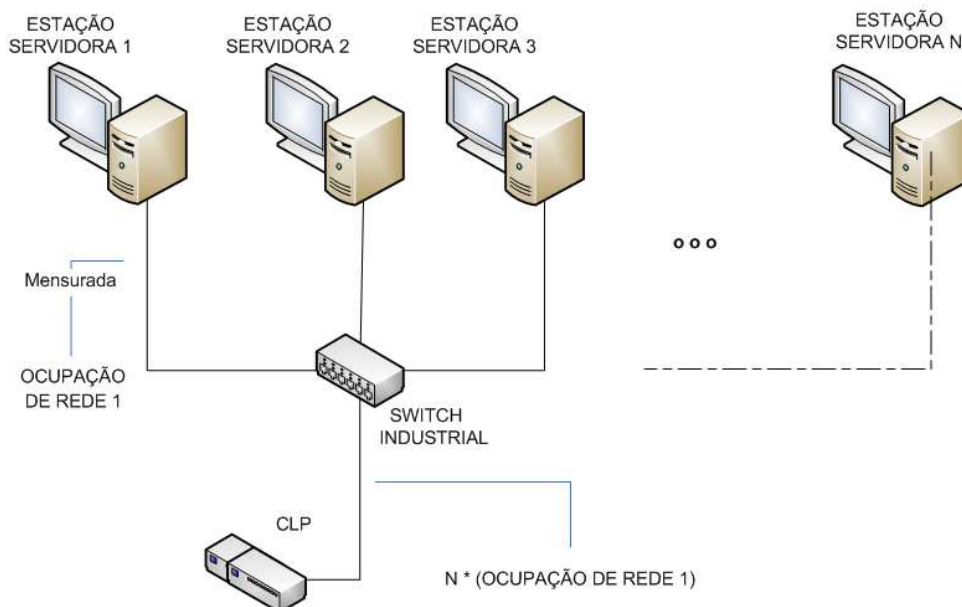


Figura 2 - Exemplo de Arquitetura Montada em Bancada para realização dos Testes

A realização criteriosa desta etapa é crucial e reflete diretamente nos resultados da análise do sistema constituído. Uma montagem coerente permite que os dados gerados sejam confiáveis e representem de maneira fidedigna o sistema a ser implantado.

3.2. Aplicativos de Teste e Configuração (CLP e Sistema de Supervisão)

O aplicativo de teste para CLP é desenvolvido considerando a área de interface com o sistema de supervisão e estruturação básica de programação. A proposta ao se desenvolver o programa de teste é obter uma estrutura simulada do sistema através de uma rotina típica simples, que possa ser replicada de modo a simular vários dispositivos realizando comunicação com o sistema de supervisão. Com isso é possível mensurar o desempenho do sistema na situação nominal e em seu comportamento quando submetida à utilização acima da nominal.

O mesmo ocorre no aplicativo do sistema de supervisão. A confecção das telas e de seus equipamentos deve ser compatível com o sistema real e deve ser considerada a capacidade de extrapolar o projeto inicial. A lógica intrínseca aos equipamentos não precisa ser demasiadamente fiel, porém fatores como taxa de atualização de estados, envio de comandos e, quando houver, taxa de historiamento de dados são requisitos primários para se obter uma simulação fidedigna.

3.3. Obtenção e Análise dos Dados Obtidos da Simulação

Estabelecida a estrutura de testes, são formalizadas maneiras de se mensurar cada um dos critérios propostos. Estas formas de medida dos parâmetros devem ser realizadas de maneira coerente, permitindo uma comparação dos valores entre as diferentes configurações propostas (utilização nominal do sistema e acima desta). A tabela a seguir exhibe um exemplo de análise comparativa entre os critérios, quando se aumenta o número de equipamentos programados no CLP e supervisorio (de 400 até 2000 equipamentos):

Teste	400 Eqp	800 Eqp	1200 Eqp	1600 Eqp	2000 Eqp
Critério					

Scan CLP	80 ms	157 ms	236 ms	316 ms	391 ms
Ocupação da banda de comunicação	30%	60%	85%	95%	100% (<i>Overlap</i>)
Tempo (médio) de resposta de um comando pelos clientes	0.5s	0.5s	0.5s	0.7s	41.4s
Tempo (médio) de resposta de um comando pelos servidores	0.6s	0.7s	0.7s	0.7s	N/A

Tabela 1 – Exemplo de análise comparativa entre critérios

Outro ponto interessante é criar maneiras de se realizar a medida de determinado critério – o que demonstrar maior influência no desempenho, por exemplo – de maneira redundante. Isto permite validar a medida, aumentando a confiabilidade dos resultados.

Há diversos softwares no mercado capazes de avaliar diversos dos parâmetros que poderiam ser propostos. O software *freeware* já citado (WireShark) é uma poderosa ferramenta no que se refere a prover ‘raw data’ dos pacotes de comunicação. Uma vez coletados estes dados, é possível identificar a maneira como se dá a comunicação e, a partir daí, consolidar a avaliação do critério em questão.

```

Comando: valor = 256
0000 00 0e 8c 85 8c f1 00 19 21 7e fe 31 08 00 45 00 .....!~.1..E.
0010 00 4d 32 01 40 00 88 06 b2 a4 0a 01 01 01 0a 01 .M25@.....p.....
0020 01 03 04 74 00 66 50 43 8e bb 00 a1 70 77 50 18 ...t.fPJ...pwP.
0030 fe ec c6 c0 00 03 00 80 25 02 f0 80 32 01 00 .....%.2..
0040 00 00 ec 00 0e 00 06 05 01 12 0a 10 04 00 01 07 .....
0050 d3 84 00 00 00 00 04 00 10 01 00 .....

Comando: valor = = 150
0000 00 0e 8c 85 8c f1 00 19 21 7e fe 31 08 00 45 00 .....!~.1..E.
0010 00 4d 32 35 40 00 88 06 b2 70 0a 01 01 01 0a 01 .M25@.....p.....
0020 01 03 04 74 00 66 50 43 91 6d 00 a1 7b d6 50 18 ...t.fPJ.m. {.P.
0030 ff 60 07 3c 00 00 03 00 00 25 02 f0 80 32 01 00 ..<.....%.2..
0040 00 01 07 00 0e 00 06 05 01 12 0a 10 04 00 01 07 .....
0050 d3 84 00 00 00 00 04 00 10 00 96 .....

Cabeçalho do Protocolo,
Verificador de erros (CRC,
'Check Sum' etc)...

Informação do Pacote

```

Figure 3- Exemplo da interpretação do modo como se dá a comunicação de um protocolo proprietário

Podem ser criados programas simples 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 uma apresentação mais clara dos resultados. Alguns critérios normalmente estabelecidos e suas formas de obtenção são exibidos na tabela abaixo:

Critério	Forma de Obtenção	Observação
Scan do CLP	Software de Programação do CLP	Normalmente os softwares de programação de CLP disponibilizam, quando em modo <i>online</i> , parâmetros (inclusive o <i>scan</i>) a cerca do funcionamento do mesmo.

Ocupação da Rede	Software <i>Sniffer</i>	Os software WireShark disponibiliza a taxa de ocupação de rede a qual ele está conectado.
Tempo de resposta a um Comando dado, no sistema supervisório.	Análise dos pacotes de dados, providos pelo software <i>Sniffer</i> . Método alternativo: Log de Operação do Sistema de Supervisão no envio e no recebimento do status do estado	É preciso identificar, dentre os pacotes trocados na comunicação, qual representa eventos de tramitação de dados, tais quais ACK, envio de dados, etc.
Atualização de dados (cíclico)	Análise dos dados providos pelo software <i>Sniffer</i>	Através da identificação da comunicação, é possível estabelecer de quanto em quanto tempo é requerida a atualização dos estados.

Tabela 2- Exemplos de critérios a serem mensurados e suas formas de obtenção

Uma das questões importantes que cercam o teste é a que se refere à escalabilidade, ou seja, qual o potencial de crescimento do sistema. Algumas perguntas devem ser respondidas ao fim do teste de plataforma, tais como: Qual a limite seguro para a operabilidade do sistema no que se refere a número de equipamentos, ocupação de memória do CLP, ocupação de banda de rede, etc.? Quais são as mudanças a serem feitas em uma possível expansão do sistema? Até que ponto a arquitetura atual atende minhas expectativas de desempenho e possibilidade de expansão? Portanto, respondendo a estas perguntas através da avaliação dos critérios estabelecidos, é possível gerar um documento que contenha, além dos resultados dos testes, uma conclusão técnica que avalie as possibilidades quanto ao desempenho, possibilidade e adequação a possíveis expansões.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação descrita a seguir se trata de um teste que foi utilizado como referência na estruturação de um sistema SCADA a ser implantado. O sistema em questão pertence a uma empresa de bioenergia e possuía diversos pontos passíveis de expansão. Por esta razão, o teste de desempenho, além de nortear o desenvolvimento do projeto de automação, foi crucial na determinação dos limites de expansão do sistema. A análise teve seu foco na avaliação de desempenho dos dispositivos especificados para o projeto: o servidor de supervisão, os CLPs e o switch, além dos componentes de software envolvidos como o supervisório e o *driver* de comunicação (OPC).

4.1 Levantamento

O primeiro passo foi obter a arquitetura definida para o projeto. No caso em questão a arquitetura utilizada apresentava uma topologia cliente-servidor, utilizando a seguinte arquitetura (simplificada, visando atender os propósitos de análise) exibida abaixo.

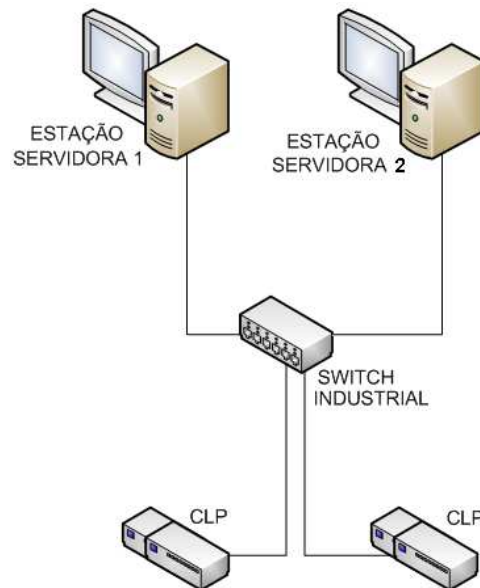


Figure 4 - Arquitetura SCADA cliente-servidor especificada para o projeto

O foco do teste era verificar o desempenho do sistema, além de determinar um horizonte de expansão sem alterar a arquitetura ou substituir os dispositivos.

4.2 Definição dos Critérios de Avaliação

Para atender às solicitações, foram criados alguns critérios para avaliação do sistema. A tabela a seguir os apresenta, seguido de sua justificativa técnica, forma de obtenção e parâmetro de avaliação.

Critério	Justificativa Técnica	Forma de Obtenção	Parâmetro de Avaliação
Scan do CLP	Diretamente ligado ao desempenho do sistema, reflete a rapidez da execução das rotinas programadas.	Através do software de programação do CLP, que fornece essa informação quando em modo online.	Para a aplicação a que se destinava, foram almejados valores menores que 150 milissegundos.
Ocupação da Rede	Quando encontrada em valores altos é extremamente prejudicial ao processo de comunicação, ocorrendo <i>overlap</i> quando em 100%.	O software sniffer utilizado possui ferramentas gráficas e numéricas para exibir este parâmetro.	Inferior a 10% por segmento para nível de controle e 35% por segmento para o nível de supervisão [Fonseca, 2004]
Round Trip Time (RTT) médio	Consiste no tempo de ida e volta de um pacote de comunicação. A avaliação do tempo médio deste critério está ligada a performance do sistema como um todo.	A partir dos dados obtidos através de coletas de pacotes com o software sniffer é possível determinar este parâmetro. O próprio software provê esta informação em forma gráfica.	Considerando que o RTT representa apenas uma das etapas que constituem o ciclo de comunicação, foi estabelecido, para o caso em questão, um RTT abaixo de 50 milissegundos aceitável.
Tempo de resposta a um comando	Este parâmetro reúne diversos processos de comunicação entre o CLP e o sistema supervisor.	A partir dos dados obtidos através de coletas de pacotes com o software sniffer é possível determinar este parâmetro.	Para a aplicação a que se destinava, foram almejados valores menores que 1 segundo.

Tempo entre as requisições de atualização de estado de equipamento.	Este parâmetro reúne diversos processos de comunicação entre o CLP e o sistema supervisório.	A partir dos dados obtidos através de coletas de pacotes com o software sniffer é possível determinar este parâmetro.	Para a aplicação a que se destinava, foram almejados valores menores que 2 segundos. [Fonseca, 2004]
Desempenho dos servidores de supervisão (Utilização de memória e processamento)	O mau dimensionamento dos servidores de supervisão pode culminar em má operabilidade do sistema.	Através de ferramentas do Windows	Utilização de memória máxima inferior a 90%. Uso médio do processador abaixo dos 70%. [Fonseca, 2004]

Table 3- Listagem dos critérios propostos

Uma vez definidos os critérios e estabelecidas suas formas de obtenção, inicia-se o teste de plataforma.

4.3 Teste de Desempenho em Plataforma

4.3.1. Definição da Arquitetura da Plataforma de Teste

Auxiliado pela simplicidade da arquitetura do sistema em questão, foi possível realizar uma montagem idêntica à proposta para o projeto. Porém o objetivo é vislumbrar possíveis expansões e, para isso, foram alocados outros dispositivos, de modo a simular o comportamento do sistema após uma futura expansão.

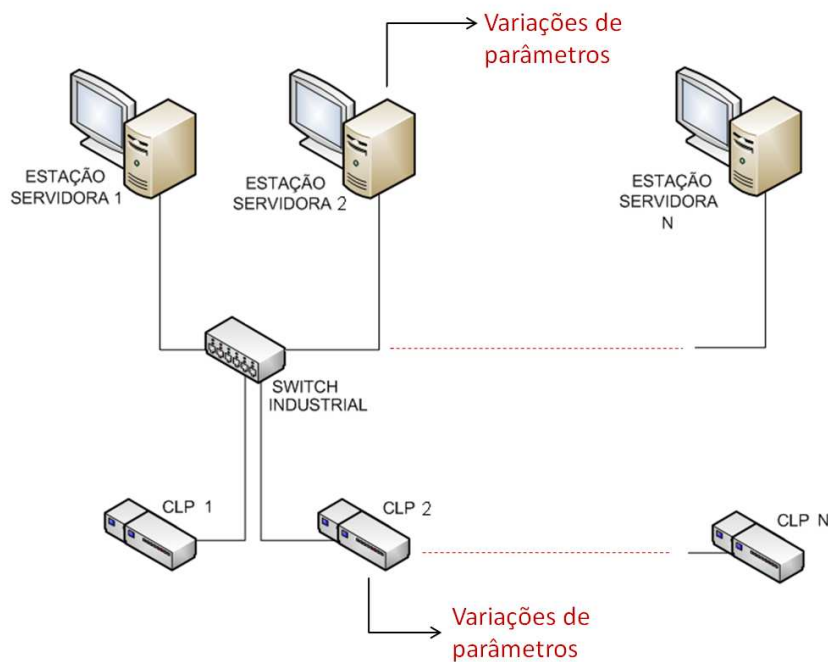


Figure 5 - Montagem da arquitetura do teste de plataforma

4.3.2. Aplicativos de Teste e Configuração (CLP e Sistema de Supervisão)

Montada a plataforma para testes, iniciou-se o processo de desenvolvimento dos aplicativos de testes e de configuração dos softwares e dispositivos. Os servidores de supervisão receberam o aplicativo supervisório e as configurações especificadas em projeto, assim como o cliente e servidores OPC. Nestes últimos a taxa de leitura foi iniciada com valores de amostragem de 1 segundo, que seriam aumentadas para verificação de impacto deste parâmetro no desempenho do sistema.

A configuração original também foi realizada no CLP, definindo a ocupação da área de memória condizente com a aplicação, parcela de processamento destinada à comunicação (estabelecida, no caso, em 20%). O programa de teste do CLP executa uma rotina que ocasiona, para todas as áreas de interface, uma variação do estado lógico dos bits das palavras de cada equipamento em uma taxa que pode ser alterada em função da necessidade dos testes. Foi desenvolvido um típico de programação para o programa de teste que é associado a um equipamento simulando a área de interface no CLP. O típico foi programado em um FB (*Function Block*) nomeado FB2. O motivo pelo qual se utilizou o *Function Block* foi a possibilidade de fazer um instancialização da área de interface possibilitando associar, a cada equipamento, uma área de interface específica em um DB (*Data Block*).

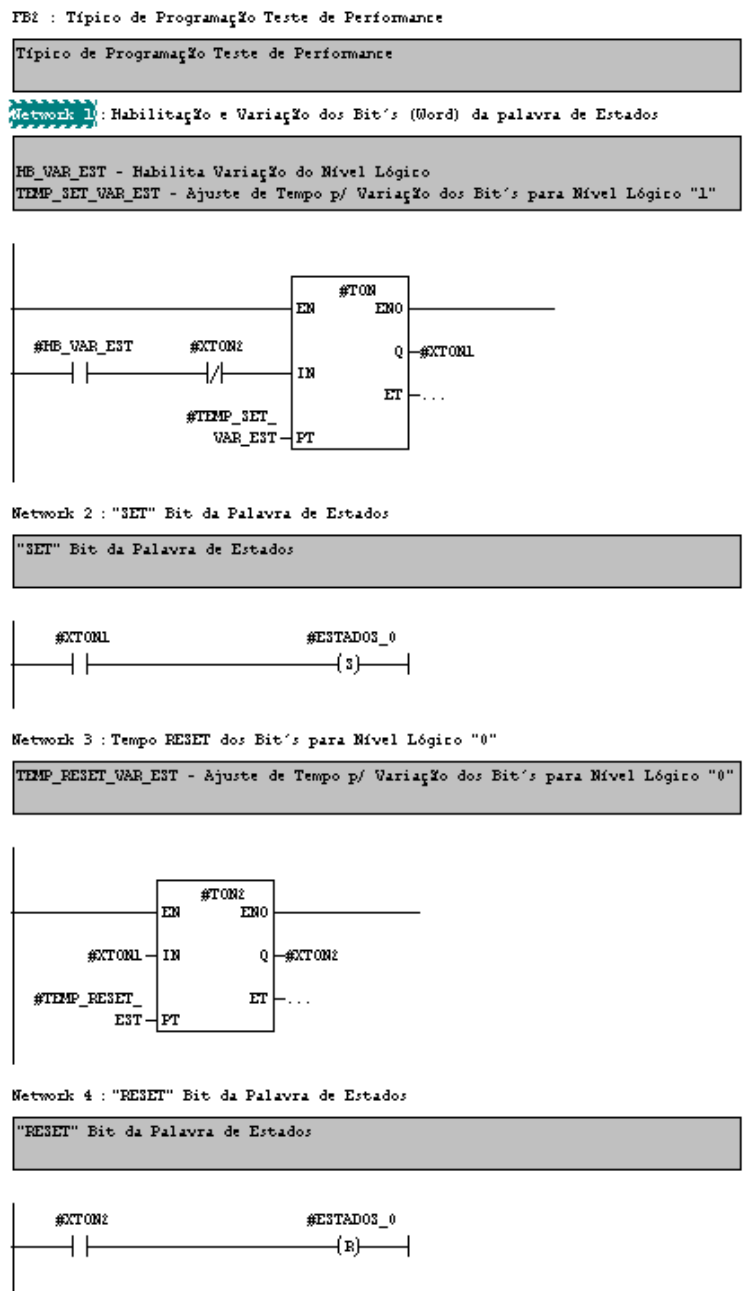


Figure 6 - Típico de Programação do Teste de desempenho

Em sintonia com o programa do CLP foi desenvolvido no supervisor uma interface capaz de simular a ação dos equipamentos programados no CLP. Esta interface possibilita assegurar que todos os equipamentos estão funcionando de acordo com sua programação e qual o efeito desta no desempenho do software de supervisão.

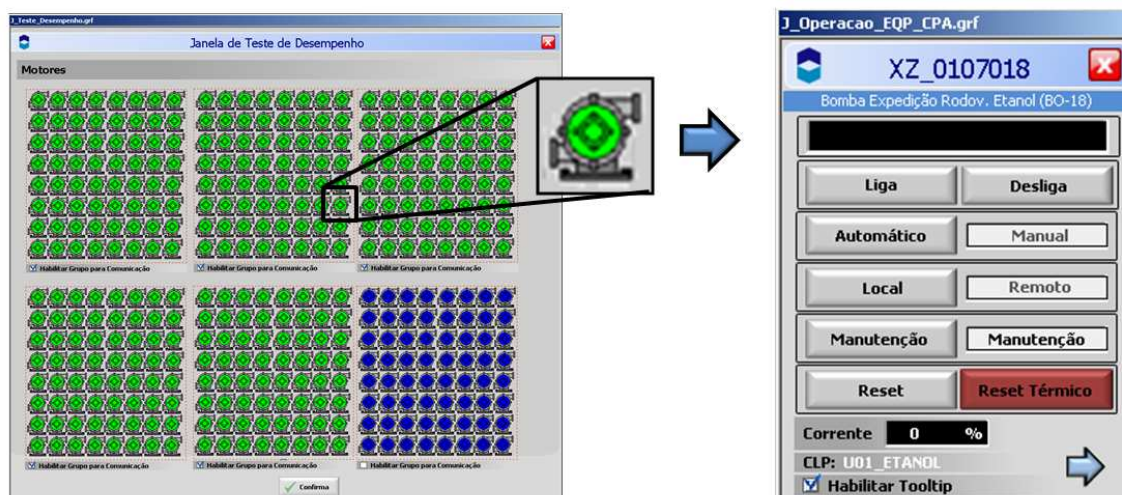


Figure 7 - Tela do sistema de supervisão responsável por representar a aplicação de projeto

No switch a configuração default foi mantida por estar especificada em projeto. Os meios físicos – rede ethernet – foram realizados a exemplo do sistema especificado.

4.3.3. Obtenção e Análise dos Dados Obtidos da Simulação

Uma vez montada e configurada a plataforma de testes, foi configurado um notebook, onde foi instalado o software *sniffer* WireShark. O WireShark é um programa usado por administradores de redes e usuários avançados que desejam monitorar o tráfego de uma rede, analisando os pacotes de dados.

Visando causar o menor efeito de carga possível, o notebook (coletor) foi conectado junto a uma porta livre do switch. Como o notebook não era integrante de nenhuma das comunicações entre CLP e supervisor o mesmo só era “percebido” na rede quando era enviado um pacote em broadcast. Entretanto, o WireShark teve de ser configurado em modo promíscuo para conseguir ler pacotes provenientes da comunicação exclusiva entre cliente e servidor.

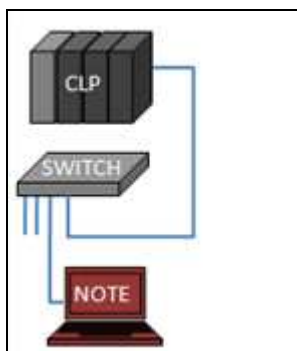


Figure 8 - Estrutura montada para realizar coleta de pacotes de dados.

Estabelecida a estrutura de coleta de dados, foram realizados diversos testes, variando os parâmetros do supervisor e do CLP, visando levar o sistema a condição de operação extrema, além do exigido em caso de uma expansão. Os parâmetros que sofrem variação são listados a seguir:

Parâmetro	Excursão
Número de servidores de supervisão	2 a 4 (incremento de 1 em 1)
Número de CLPs	2 a 4 (incremento de 1 em 1)
Número de equipamentos programados	400 a 800 (incremento de 200 em 200)
Taxa de Leitura do cliente OPC	1s a 0.1s (0.1s, 0.2s e 1s)

Tabela 4- Variação dos parâmetros de análise

Desta forma, o sistema inicial, que contava com uma programação de 400 equipamentos nos dois CLPs instalados, com taxa de leitura de 1s no cliente OPC configurados em duas estações de supervisão foi testado para em uma situação limite que impunha mais do dobro de complexidade.

Devido a grande quantidade de dados gerados pelo WireShark, se fez necessário a criação de uma ferramenta de tratamento destes dados, capaz de realizar, além da identificação das informações codificadas no protocolo de comunicação, a análise estatística destes dados, transformando, portanto, massa de dados em informação útil.

Depois de realizados os testes considerando as diferentes condições e coletado os dados, foi possível, estabelecer comparações entre as situações e os critérios propostos.

Critério 1 – Ocupação de Rede

Mesmo avaliando este critério para o pior caso (2 CLPs e 2 estações de supervisão, executando rotinas de 800 equipamentos a taxa de ocupação de rede não ultrapassou 6% de utilização, considerando valores de picos de utilização.



Figure 9 - Taxa de utilização da rede no pior caso

Critério 2 – Scan do CLP

O scan do CLP se mostrou sensível ao aumento do número de equipamentos programados e ao número de servidores na rede. Porém este fator também não foi alterado de maneira significativa com a imposição de parâmetros mais rigorosos. O scan oscilou dentro da margem aceitável e atingiu, no máximo, 106 milissegundos.

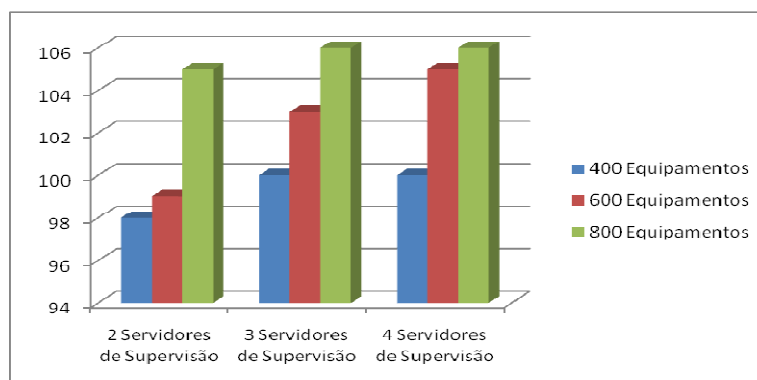


Figure 10 - Variação do scan do CLP (em ms) com variação dos parâmetros

Critério 3 – Round Trip Time (RTT)

O RTT avaliado em todas as situações se mostrou dentro dos limites aceitáveis propostos na avaliação deste critério (RTT médio abaixo de 50 milissegundos), salvo o pior caso testado, onde a rede contava com quatro servidores de supervisão e quatro CLPs conectados à rede. Neste caso a média do RTT oscilou pouco acima dos 50 milissegundos, com alguns poucos pontos fora do padrão, como pode ser visto no gráfico de dispersão abaixo.

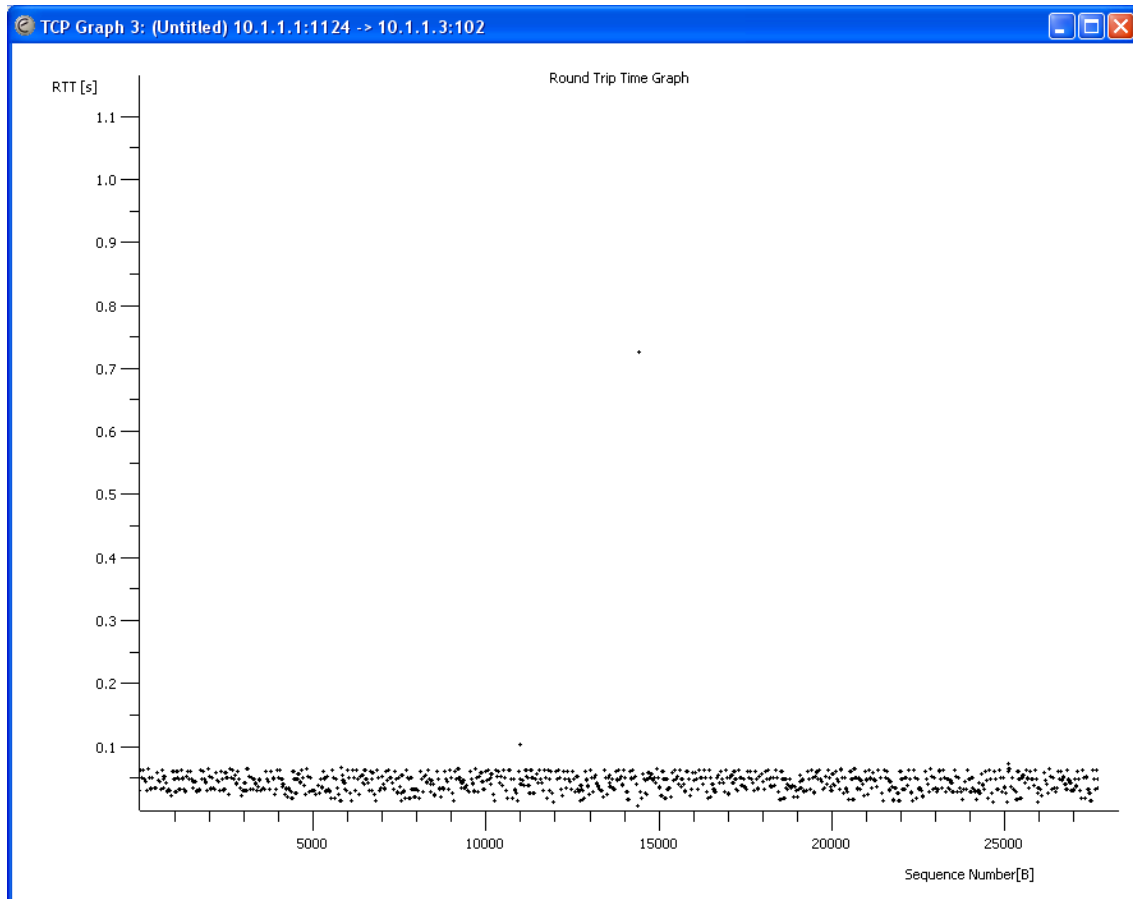


Figure 11 - Comportamento do RTT mensurado no pior caso

Critério 4 – Tempo de Resposta a um comando

O tempo de resposta ao comando foi avaliado de duas maneiras distintas:

- Através da gravação de *log* no supervisor logo após o envio de comando e logo após o recebimento da mudança de estado do equipamento;
- Analisado os dados providos em pacotes de dados pelo WireShark. Identificados os pacotes de envio de comando e de recebimento de uma alteração do status do estado do equipamento avaliado é possível determinar esse critério.

E os resultados obtidos foram bons até no pior caso, havendo pouca divergência entre as duas maneiras de se mensurar o parâmetro, o que aumenta a confiabilidade da medida. Os valores encontrados atendem as premissas de desempenho.

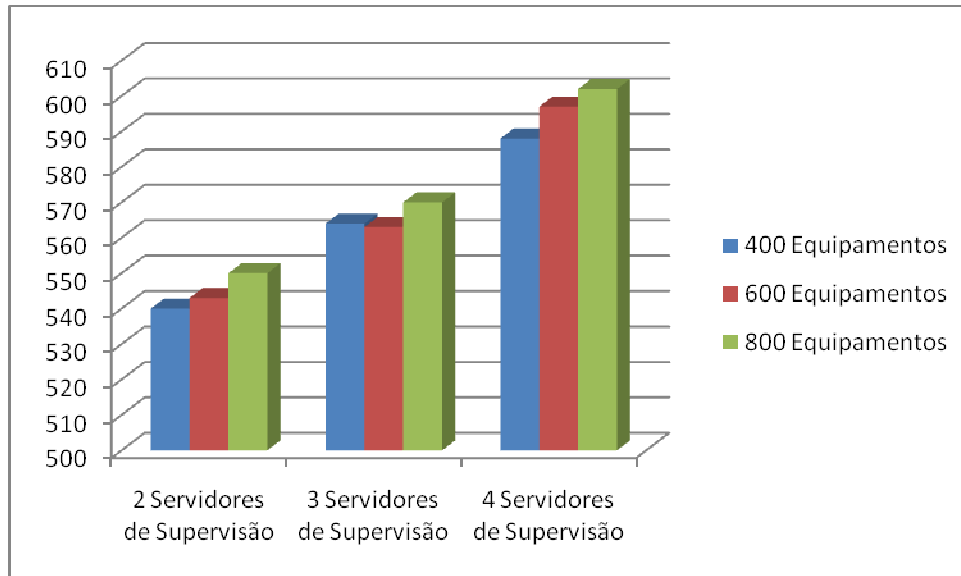


Figure 12 - Variação do tempo de resposta ao comando (em ms) com variação dos parâmetros

Critério 5 – Tempo entre as requisições de atualização de estado de equipamento

O tempo entre as requisições de atualização foram mensuradas utilizando-se, exclusivamente, os estudos dos dados provenientes das coletas do software WireShark pela ferramenta de compilação de dados desenvolvida especialmente para este fim. O resultado encontrado é obtido avaliando quando o supervisor solicita o estado de um equipamento para atualizá-lo na tela sem que tenha sido dado comando para este. Cada pacote é monitorado e contado os intervalos de tempo entre as requisições efetivamente atendidas pelo CLP. Feito isso por um tempo considerável (10 minutos, aproximadamente) é feita a média simples dos valores encontrados. O resultado encontrado fica dentro dos valores estipulados, exceto nos dois piores casos, onde o tempo excede 2 segundos, mostrando uma sensibilidade ao número de equipamentos programados e, principalmente, a quantidade de servidores na rede.

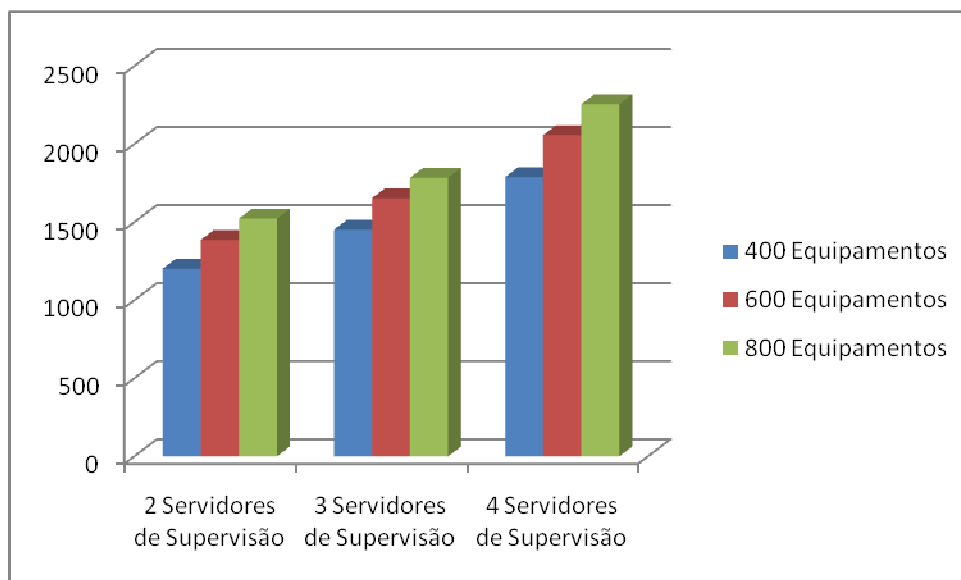


Figure 13 - Tempo entre as requisições de atualização de estado (em ms) com a variação dos parâmetros

Através da análise destes resultados é aconselhável que caso o sistema sofra uma expansão que se faça necessário haver mais estações de supervisão, que a opção seja feita, se possível, acrescentando mais clientes. A solução é mais adequada, pois os clientes de supervisão realizam a leitura dos dados do servidor. Deste modo o impacto na comunicação CLP – Supervisão é diminuído consideravelmente.

Critério 6 – Desempenho dos servidores de supervisão (Utilização de memória e processamento)

Este critério se mostrou ter a característica menos exigida pelo sistema. Os servidores especificados lidaram com facilidade com o processamento – ficou quase todo o tempo abaixo de 10% - e uso de memória exigido.

Característica	Especificação
CPU	AMD Athlon 64 X2 DUAL 2.1 GHz
Mem RAM	2 Gb
Espaço em Disco	250 Gb

Tabela 5 - Configuração dos Servidores utilizados

O pior caso foi encontrado quando dois servidores de supervisão comunicavam simultaneamente com quatro CLPs com uma taxa de leitura do servidor OPC por parte do cliente OPC de 100 milissegundos. O número de clientes na rede não se mostrou um fator ofensor considerável e sim a taxa de leitura do cliente OPC e o número de CLPs na rede.

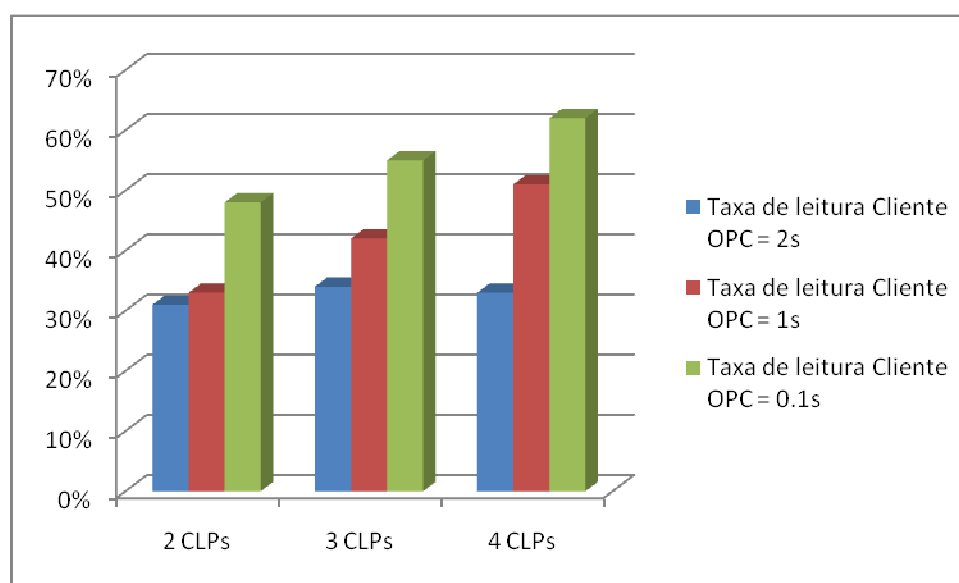


Figure 14 - Desempenho dos servidores de supervisão. Uso de memória.

Geração do documento de análise do desempenho

No documento emitido a cerca deste sistema coloca de forma prática e legível os resultados encontrados na análise das coletas de dados. Isto é, aprova a especificação realizada para o funcionamento nominal do sistema e apontam os limites em relação ao número de dispositivos, taxas de comunicação, configurações de softwares de supervisão, entre outros parâmetros, além de ditar, baseando-se nos testes de plataforma, quais as melhores formas de se adequar o sistema a uma futura expansão. Um exemplo claro disso pode ser exposto através da avaliação do critério de “Tempo entre as requisições de atualização de estado”, que se mostrou sensível ao número de servidores operando em comunicação simultânea, sugerindo a implantação de clientes de supervisão, em detrimento à adição de novos servidores de supervisão em caso de ampliação do sistema.

5. Conclusão

Neste trabalho foi apresentada a metodologia para testes de desempenho de sistemas SCADA. O resultado da análise dos dados obtidos no teste possibilita direcionar a implementação dos sistemas e determinar os seus limites quanto à expansão, sugerindo alterações quando necessário, que vão desde pequenos ajustes em aplicativos (supervisório, CLP, e.g), chegando até a reformulação da arquitetura, garantindo assim o desempenho satisfatório do sistema e disponibilizando informações para expansões futuras da planta.

O estudo provê, ainda, que um documento referência seja gerado, norteando as futuras expansões e impondo limites de utilização confiável da estrutura SCADA. Além disso, em caso de problemas posteriores ligados ao desempenho, permite que a equipe de manutenção exclua as causas ligadas à utilização do sistema em regime indevido (diferente do especificado ou fora do limite de expansão determinado).

6 - Referências Bibliográficas

Manual do software WireShark

Manual do software iFIX 4.0

Manual do hardware CLP Siemens S7-300

Manual do hardware CLP Siemens S7-400

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 Cimplicity Utilizando o Performance Monitor OPC Server Computer Networks, a systems approach, Larry and Peterson. Ed. Morgan Kaufmann

6.1 – Referências de Aplicações Práticas

FIAGRIL – Sistema de Controle e Supervisão do Biodiesel e Bacia de Tanques, Lucas do Rio Verde, MT. Metodologia aplicada para testes de desempenho antes da implementação do sistema de controle e supervisão.

AGRENCO – Sistema de Controle e Supervisão do Complexo Industrial de Extração de Óleo de Soja, Biodiesel e Co-geração de Energia, Alto-Araguaia, MT. Metodologia aplicada para testes de desempenho antes da implementação do sistema de controle e supervisão.

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.