

MONITORAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES DE AUTOMAÇÃO USANDO SNMP

Marcos de Oliveira Fonseca ¹

Constantino Seixas Filho ²

Alexandre Valente Duarte Ferreira ³

René Silva Daré ⁴

Resumo

Os sistemas de automação estão passando por uma grande transformação decorrente da inevitável integração entre os sistemas de TA e de TI e a convergência tecnológica. Dentro deste contexto, as redes de controle e de comunicação são a espinha dorsal das organizações, com destaque para as redes Ethernet. O correto funcionamento das redes de automação dentro dos quesitos de desempenho e confiabilidade garantem o perfeito atendimento das redes às exigências dos sistemas de automação e de negócios. O padrão SNMP, já consolidado em TI, passa a assumir uma posição de destaque para gerenciamento de redes em sistemas de TA, assim como garantia de desempenho e disponibilidade. Esse trabalho apresenta as tendências do gerenciamento de redes, um importante ativo de automação, destacando a utilização prática em sistemas industriais.

Palavras-chave: Desempenho; Redes; Automação.

AUTOMATION NETWORKS PERFORMANCE MONITORING THROUGH SNMP

Abstract

Automation systems are suffering a big transformation due to IT and AT integration and technology convergence. In this context control and communication networks, with emphasis to Ethernet networks, represents the backbone of industrial corporations. The correct behavior of automation networks concerning both performance and reliability assures the fulfillment of industrial and business applications requirements. The SNMP standard, already consolidated in IT, assumes an important role in network management and in performance and availability assurance. This paper presents the trends in network management, considered as an important automation asset, and focuses the practical application of SNMP in industrial systems.

Key words: Performance; SNMP; Networks; Automation.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem desempenhado um importante papel dentro das organizações, principalmente como motor para o crescimento dos negócios e de seus resultados. O mercado globalizado obriga as empresas a colocarem em prática as tecnologias de ponta com o objetivo de aumentar a agilidade e eficiência dos processos produtivos e dos sistemas de gestão. Neste contexto, dois fatores têm alterado a realidade dos sistemas de automação.

O primeiro é a inevitável integração entre os sistemas de Tecnologia da Automação (TA) e da Informação (TI). Esta integração permite que os processos produtivos tenham a agilidade exigida pela gestão no atendimento às demandas do mercado, propiciando aos sistemas de gestão maior eficiência na tomada de decisão com base na real capacidade produtiva. O

segundo é a convergência tecnológica observada para os sistemas de TA e TI. A constante busca por padrões abertos, tecnologias de ponta e custos reduzidos, tem feito com que o desenvolvimento tecnológico de sistemas de TA e TI busquem por soluções comuns.

As redes de controle dos modernos sistemas de TA e as redes de comunicação dos sistemas de TI desempenham um papel fundamental para a troca de informações entre o processo produtivo e a alta direção das empresas. A rede Ethernet é um padrão "de facto" para os sistemas de TI e é considerada pelos especialistas como a rede que será utilizada em todos os níveis dos sistemas de TA. O grupo ARC estima um crescimento anual de 51% no uso da rede

¹ Engenheiro Eletricista, M.Sc., Diretor da Divisão de Tecnologia da Automação da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

² Engenheiro Eletrônico, M.Sc., Diretor de P&D da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

³ Engenheiro Eletricista, Gerente de Produto da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

⁴ Engenheiro de Controle, Engenheiro de Sistemas da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

Ethernet Industrial até 2009. Apesar de possuir características não determinísticas, a rede Ethernet TCP/IP tem sido utilizada com sucesso em sistemas de TA onde o tempo de resposta não é muito crítico (comunicação entre CLPs, sistemas de aquisição de dados e até remotas de controle). As soluções de mercado (segmentação de rede, priorização de serviços, equipamentos de rede e cabos para aplicação industrial, etc.) juntamente com a alta velocidade (100 Mbits/s, 1 e 10 Gbits/s) e com o baixo custo, tornam a Ethernet TCP/IP um forte padrão para todos os níveis de TA (sensores, instrumentos, etc.) mesmo para aplicações críticas. Outro termômetro importante, é a criação de organizações e entidades patrocinadas pelos principais fabricantes de sistemas de TA, com o objetivo de se estabelecer o padrão Ethernet TCP/IP para utilização plena na indústria. As principais entidades que estão neste processo são a IANA (www.iana.org), ODVA (www.odva.org), Modbus ICA (www.modbus.org), Fieldbus Foundation (www.fieldbus.org) e Profibus International (www.profibus.com).

Todas estas entidades utilizam o padrão Ethernet TCP/IP para o chão de fábrica, com diferentes abordagens na camada de aplicação (modelo OSI/ISO). Independentemente da abordagem vencedora, a mesma será baseada no meio físico Ethernet IEEE 802.3, na camada de rede IP e transporte TCP/UDP. A IANA tem assumido um papel importante recentemente, por ser uma associação independente e estar conseguindo estabelecer alianças importantes com as demais entidades e organizações, de forma a definir soluções comuns. Um exemplo disso é um documento⁽¹⁾ disponibilizado pela IANA, o qual apresenta diretrizes e recomendações para a instalação da rede Ethernet no ambiente industrial.

Com a consolidação da Ethernet TCP/IP no ambiente industrial, um conjunto de padrões complementares passam a fazer parte do mundo de TA. Um bom exemplo disso é o uso do *Simple Network Management Protocol* (SNMP). Este protocolo faz parte da suíte de protocolos TCP/IP e já está disponível na grande maioria dos computadores e em todos os dispositivos de rede gerenciáveis. O SNMP é um protocolo simples destinado à monitoração e gerenciamento de redes que utilizam o padrão TCP/IP. A IANA orienta em seu documento, que sejam utilizados servidores OPC para SNMP em soluções para gerenciamento de redes Ethernet em ambiente industrial. Equipamentos de automação, tais como CLPs, já disponibilizam o SNMP em suas interfaces de comunicação.

A crescente integração entre sistemas de TA e TI, juntamente com a crescente demanda por troca de dados e informações entre os mesmos, tornam as redes um ponto nevrálgico do *core business* das empresas. Problemas de desempenho e disponibilidade das redes comprometem todos os sistemas e conseqüentemente o resultado das organizações. Além disso, os sistemas de TA passam a ser vulneráveis para os aspectos de segurança contra acessos indevidos e ataques de hackers. A ANSI/ISA está elaborando uma nova norma, a ISA SP99, sobre segurança dos sistemas de automação. Portanto, torna-se imprescindível que as redes de automação e os sistemas como um todo sejam devidamente monitorados contra problemas de desempenho e segurança.

Este trabalho faz uma introdução ao SNMP e apresenta como o mesmo pode ser utilizado para a monitoração de desempenho, gerenciamento de mudanças (*Change Management*), diagnóstico e solução de problemas dos ativos de automação (CLPs, dispositivos de rede e estações) dentro da moderna filosofia do RPM (*Real-time Performance Management*).

2 SNMP NA AUTOMAÇÃO

O SNMP é um protocolo não orientado a conexões da suíte IEEE TCP/IP 802, definido por um conjunto de especificações (RFCs). O SNMP trabalha sobre a camada de transporte UDP, sendo uma implementação leve. Está na versão 3, a qual já suporta criptografia e controle de acesso, sendo que atualmente a grande maioria dos dispositivos suporta a versão 2c. Os modernos dispositivos de rede para uso industrial ou não são gerenciáveis. Isto é, estes dispositivos e equipamentos podem fornecer dados e informações através do protocolo SNMP para uma estação chamada de SNMP Manager ou NMS (*Network Management Station*). O Agente SNMP funciona como um servidor de dados de gerenciamento da rede para o Manager, o qual pode ler os dados dos agentes e enviar comandos, Figura 1.

As informações trocadas usando SNMP são definidas pelos MIBs (*Management Information Base*). Os MIBs são definições de dados para gerenciamento de redes TCP/IP especificadas por RFCs complementares. O MIB consiste de um conjunto de objetos de dados, os quais são chamados de OID (*Object ID*). Os OIDs são definidos em grupos, de acordo com suas características de aplicação, tipos de dados e permissões de leitura e escrita. Basicamente, os OIDs definidos como padrões são destinados ao gerenciamento de redes. OIDs



Figura 1. Agente e Manager SNMP.

complementares podem ser definidos pelos fabricantes de equipamentos para ampliar os MIBs padrões em função das necessidades da aplicação. Os OIDs padrões fornecem dados sobre o estado, configuração e monitoração dos links de rede. As equipes de TI já utilizam estes dados para gerenciamento das redes no nível corporativo. As principais informações utilizadas atualmente são:

- Taxa de utilização dos links/portas;
- Contadores de erros, colisões, pacotes, broadcast, unicast etc.;
- Endereçamento e estado das portas (link ativo/inativo);
- Tabelas de roteamento;
- Configurações do dispositivo (portas do Spanning Tree, por exemplo);
- Utilização de recursos (processamento, memória etc.) e
- Outros.

Os dados podem ser lidos pelo Manager ou ser enviados pelos Agentes como eventos (comunicação por exceção), denominados Traps SNMP. Tipicamente, os modernos dispositivos de rede disponibilizam diversos dados para cada porta. Um único switch com 24 portas pode disponibilizar mais de 4000 OIDs.

Com o crescimento do uso da rede Ethernet nos sistemas de automação, os fabricantes de equipamentos para uso industrial (principalmente CLPs), começaram a disponibilizar módulos de comunicação com SNMP. Esta é uma tendência real para a monitoração de redes de automação, em todos os níveis. A especificação da IAONA para rede Ethernet industrial reforça esta tendência, através da publicação de uma especificação de MIB SNMP⁽²⁾ para aplicações industriais. Os fabricantes estão disponibilizando MIBs para os seus produtos, os quais acrescentam OIDs específicos para monitoração dos dispositivos de automação. Alguns exemplos de OIDs adicionais encontrados nos MIBs de equipamentos de automação e da IAONA são:

- Dados e estados da aplicação (nome, parada, funcionando etc.);
- Dados dos protocolos de controle usados (Ethernet/IP, ModbusTCP etc.) e
- Nome do dispositivo, número de série, nome do fornecedor, revisão do hardware, versão do firmware etc.

Apesar dos usuários de TI já fazerem uso de ferramentas de gerenciamento de rede no nível corporativo, alguns aspectos dificultam a sua utilização plena na automação, tais como:

- Não são projetadas para uso com sistemas industriais, principalmente quanto ao desempenho e aplicabilidade (requisitos inerentes aos sistemas de TA);
- Não permitem uma integração com os sistemas de automação (via OPC, por exemplo) para monitoramento em tempo-real das redes de automação e
- As equipes de TI não são responsáveis pela manutenção das redes de controle na maioria das empresas. Além disso, o universo dos sistemas de TA não faz parte da cultura de TI.

A falta de integração das ferramentas de gerenciamento de redes com os sistemas de automação, juntamente com os problemas de desempenho para aplicação em tempo real, obrigam aos usuários de TA a utilizarem soluções voltadas para as suas necessidades. A tendência observada no mercado de TA é a utilização de soluções baseadas em SNMP e OPC integradas aos sistemas de automação.

3 GERENCIAMENTO DE REDES INDUSTRIAIS E MONITORAÇÃO DE DESEMPENHO

A integração dos dados de gerenciamento de redes com os sistemas de automação ainda não é uma prática corrente. Entretanto, já são encontrados no mercado servidores OPC para SNMP. Através destes servidores, é possível a integração dos dados de gerenciamento de rede nos sistemas de automação (Scada, SDCD, Híbridos, PIMS, MES, etc.).

Um ponto importante a se observar no uso do SNMP em aplicações de TA, é que os sistemas de supervisão (Scada, SDCD e Híbridos) reúnem características desejáveis para a monitoração de redes, tais como:

- a) Possuem um cliente OPC e a tendência atual é que sejam isoladas fisicamente as redes de nível 0 (campo) e 1 (controle) das redes de nível 2 (comunicação) e 3 (corporativa), através do uso de servidores de dados de processo (RTDS), podendo integrar a monitoração de redes em todos os níveis;
- b) A existência de operadores dedicados à utilização desses sistemas para monitoração do processo, permitem que os mesmos possam agir de forma pró-ativa no caso de problemas de desempenho de redes no momento de sua ocorrência (tempo-real), dentro da filosofia do RPM;
- c) No âmbito do RPM, além das informações de rede, estes sistemas podem reunir dados de desempenho dos elementos de automação (CLPs, instrumentos, etc.) e das estações de operação. Permitindo a geração de alarmes e diagnósticos para correção de problemas objetivando o aumento da disponibilidade dos sistemas. Essas informações são disponibilizadas pelos elementos de automação ou podem ser acessadas via servidores OPC disponíveis no mercado (contadores de desempenho do Windows, por exemplo);
- d) Integram também outras redes de automação (Profibus, Fieldbus, ControlNet, Modbus, etc.), as quais também já disponibilizam dados de desempenho via OPC, permitindo que todas as redes sejam monitoradas e
- e) Estes sistemas normalmente são integrados aos níveis superiores (PIMS, MES, ERP, etc), de forma que as informações de gerenciamento de redes possam ser compartilhadas, para gerenciamento de ativos e de mudanças.

Em função das características acima, os sistemas de supervisão passam a ser ambientes desejáveis para a monitoração de redes de automação.

Problemas crônicos das redes de automação devem ser devidamente monitorados antes que os mesmos causem impactos indesejáveis no controle do processo, tais como:

- Defeitos na infra-estrutura física da rede, tais como quebra de cabos, problemas de conexão e atenuação de sinais, falha em equipamentos de rede etc.;
- Comprometimento da banda de comunicação devido a excesso de tráfego oriundo de defeito nos equipamentos, aumento da demanda de uso, presença de vírus ou invasões no sistema, configurações inadequadas etc. e
- Degradação de desempenho devido a gargalos de comunicação dos dispositivos de rede (hubs, switches, routers, firewalls, gateways), assim como CLPs, estações de operação etc.

Os fatores que promovem a ocorrência dos problemas acima devem ser monitorados e ações preventivas e corretivas devem ser tomadas de forma pró-ativa para evitar que o desempenho e a disponibilidade dos sistemas de automação sejam comprometidos, chegando a impactar nos resultados da empresa. Atualmente, em muitas empresas que esses problemas não são devidamente entendidos e monitorados, podendo implicar na redução da eficiência do processo, paradas e até mesmo sinistros. Essas são questões que devem ser solucionadas dentro da realidade da Excelência Operacional.

O gerenciamento de mudanças também deve ser considerado. Manter um registro do comportamento das redes ao longo da vida útil dos sistemas e analisar a tendência de como os mesmos evoluem, é fundamental para evitarmos que os problemas venham a ocorrer. Os sistemas PIMS permitem um acompanhamento de longo prazo, sendo uma solução adequada para monitoração das redes de TA.

Em relação à segurança de redes de TA, um dos aspectos relevantes cobertos pela norma ISA SP99 é a monitoração dos ativos de automação visando a identificação de comportamentos suspeitos e disparando ações de contenção.

O SNMP permite que comandos sejam enviados para os dispositivos de rede, com a finalidade de alterar configurações. Este recurso pode ser explorado para reconfiguração de sistemas no caso de falhas ou mesmo de comportamento anormal. Entretanto, nos sistemas de TA, o envio de

comandos deve ser feito de forma cautelosa para não comprometer a estabilidade da comunicação.

4 CASO PRÁTICO

Para verificarmos como o SNMP pode ser utilizado em sistemas de TA, iremos apresentar os resultados práticos da utilização de um servidor OPC para SNMP, o qual pode ser integrado a sistemas SCADA e sistemas PIMS.

Em sistemas de automação, a detecção de problemas na comunicação não é uma tarefa simples, exigindo uma abordagem diferente, de modo a analisar informações que geralmente são desprezadas.

Neste caso prático, temos dois controladores programáveis conectados via Ethernet através de um switch gerenciável. Os controladores mantêm uma comunicação constante entre si para troca de informações do processo (intertravamentos, variáveis analógicas etc.) e uma comunicação adicional com os sistemas de supervisão. A plataforma utilizada consiste de um CLP CompactLogix L39E, servidores de comunicação RSLinx OPC Server e XR SNMP Tools, rede Ethernet 10 Mb/s com Switch 3COM Superstack III.

O servidor de comunicação e gerenciamento coleta variáveis de ambos os controladores para disponibilizá-los no sistema SCADA e monitora o desempenho da rede através do software XR SNMP Tools. A ferramenta é um servidor OPC que coleta em tempo real as informações do agente SNMP implementado no switch e disponibiliza estas informações para qualquer cliente OPC (SCADA, PIMS, MES).

Neste exemplo, monitoramos a rede Ethernet dos controladores durante cerca de duas horas, registrando a utilização e a taxa de erros da rede em intervalos regulares de 1 segundo. Os controladores foram conectados nas portas 9 e 12 do switch, onde foram monitorados os contadores de erros e de utilização via SNMP, apresentados nas figuras a seguir.

Os gráficos de utilização, Figura 2, mostram que a rede não esteve congestionada durante a operação do sistema, pois a utilização estava abaixo de 10%,⁽³⁾ indicando um comportamento normal para TA. Este tipo de conclusão é bastante comum quando são utilizados sistemas de monitoração para redes de TI em redes industriais. As redes industriais trafegam pacotes pequenos, mas com uma frequência muito elevada, uma vez que isto é essencial para garantir o sincronismo das variáveis nos diversos controladores.

Entretanto, o grande volume de pacotes com erro descartados pelo switch, Figura 3, demonstra que a rede funcionou no limite o tempo inteiro, implicando na necessidade de retransmissão de pacotes e conseqüentemente degradando o desempenho da comunicação. A gravidade do problema de comunicação pôde ser evidenciada cerca de uma hora após o início da operação, quando os problemas de comunicação com os controladores provocaram a interrupção da comunicação do sistema durante cerca de dez minutos. A comunicação só foi restabelecida após a reinicialização do sistema de supervisão.

5 CONCLUSÕES

O gerenciamento de redes de TA é uma exigência atual para que os sistemas de automação possam continuar atendendo às necessidades de controle de processos e de tomada de decisão. Esses são requisitos essenciais para que as empresas tenham bons resultados dentro do mercado globalizado objetivando a Excelência Operacional.

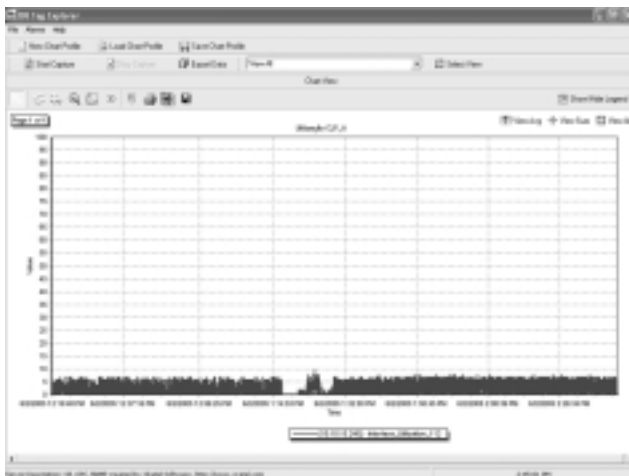
Os ativos de automação (CLPs, redes, estações etc.) devem ter seu desempenho continuamente monitorado dentro da filosofia do RPM, de forma que as equipes de manutenção possam ser pró-ativas na solução de problemas e na sustentabilidade do desempenho dos sistemas de TA e, conseqüentemente, do negócio das empresas.

O uso do SNMP com o padrão OPC permite que as redes Ethernet possam ser gerenciadas pelos sistemas de TA, especialmente os sistemas de supervisão, os quais são um ambiente

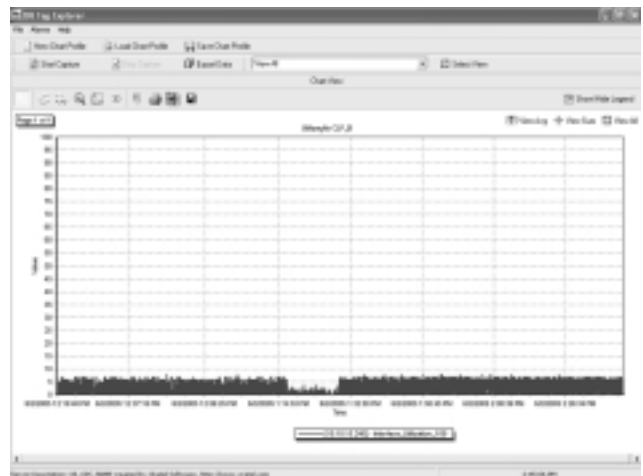
propício para gestão destes ativos.

A utilização de historiadores de longo prazo, principalmente sistemas PIMS, facilita o acompanhamento e análise do comportamento das redes, possibilitando o gerenciamento de mudanças.

As entidades internacionais que estão buscando padronizações para o uso da Ethernet em ambientes industriais, assim como os fabricantes de sistemas de TA, já estão disponibilizando especificações e produtos que orientam o uso do SNMP e OPC com sistemas de supervisão. As especificações estimulam a disponibilização de informações (dados e eventos) específicas para aplicação industrial em sistemas de TA, adicionalmente às já existentes para sistemas de TI.

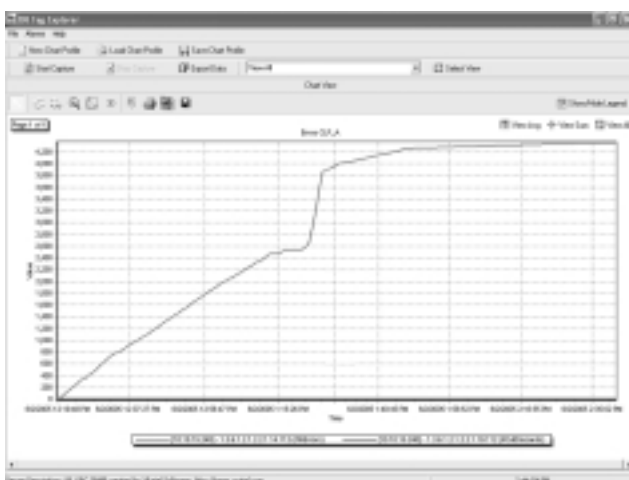


CLP A

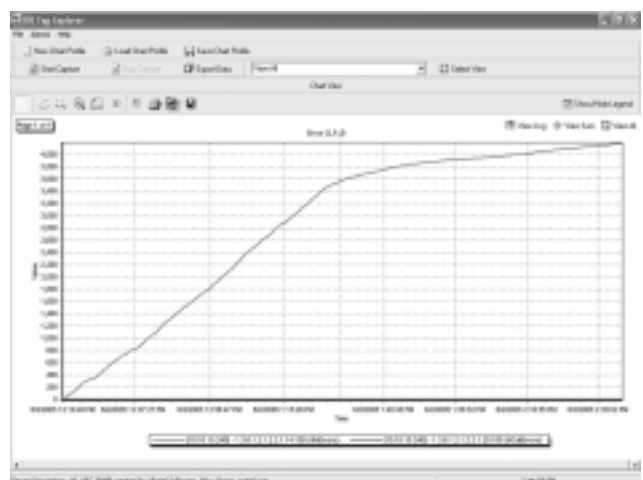


CLP B

Figura 2. Taxa de utilização no link do CLP usando produto XRateL



CLP A



CLP B

Figura 3. Erros acumulados nas portas monitoradas usando produto XRateL

REFERÊNCIAS

- 1 IAONA. **Industrial ethernet planning and installation guide**: version 4.0. Disponível em: <<http://www.iaona.org> <<http://www.iaona.org/> /home/catalogue.php>. Acesso em: 2003.
- 2 IAONA. **IAONA SNMP MIB - Draft/RFC 1.0** Disponível em: <<http://www.iaona.org> <<http://www.iaona.org/> /home/catalogue.php>. Acesso em: 2003.
- 3 FONSECA, M. O. Desempenho de sistemas de automação - métricas e práticas. In: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, 8., 2004., Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo : ABM, 2004. 1 CD-Rom, p. 18-28.

Recebido em: 16/12/2005

Aceito em: 28/07/2006

Proveniente de: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, 9., 2005, Curitiba, PR. São Paulo : ABM, 2005.