

AUMENTANDO A DISPONIBILIDADE DOS ATIVOS DE AUTOMAÇÃO EM ACIARIAS

Marcos de Oliveira Fonseca¹
Constantino Seixas Filho.²

Resumo

Os principais ativos de um sistema de automação devem possuir alta disponibilidade para atender às necessidades do processo, assim como os demais ativos de produção. A disponibilidade dos ativos pode ser aumentada a partir de uma maior capacidade de diagnóstico e correção dos problemas que podem afetar o funcionamento dos mesmos. Dentre os problemas que comprometem a disponibilidade, a degradação do desempenho é fator determinante para levar um sistema à condição de falha. Este trabalho analisa como a monitoração de desempenho dentro da filosofia do RPM permite aumentar a disponibilidade dos ativos através da manutenção preditiva/pró-ativa. O gerenciamento de ativos de automação garante a sustentabilidade do desempenho dentro da excelência operacional objetivada pelas empresas.

Palavras-chave: Disponibilidade; Desempenho; Automação; Gerenciamento de ativos.

INCREASING STEEL MAKING AUTOMATION ASSETS AVAILABILITY

Abstract

The main automation assets must have high availability in order to perform the process needs, as the same of production assets. Assets availability can be increased through a better diagnosis and problems fixing that affect its functionality. Performance degradation is a determinant factor to make a system to fail, among other availability problems. This paper evaluates how performance monitoring under RPM sense can provide availability increasing through predictive/proactive maintenance. Automation assets management provides performance sustainability under Operational Excellence.

Key words: Availability; Performance; Automation; Asset management.

¹ Trabalho apresentado no XXXVII Seminário de Aciaria - Internacional, 21 a 24 de maio de 2006, Porto Alegre, RS

² Engenheiro Eletricista, M.Sc, Diretor da Divisão de Tecnologia da Automação da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

³ Engenheiro Eletrônico, M.Sc., Diretor de P&D da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O mercado globalizado apresenta demandas e exigências para que as empresas possam trabalhar num ambiente altamente competitivo. Dentro deste contexto, o desempenho e a disponibilidade de todos os ativos que causam impacto no processo produtivo, passam a ser prioritários para que as empresas possam cumprir suas metas na obtenção de resultados. A metodologia e soluções de RPM (*Real-time Performance Management*) são ferramentas chave para garantir a sustentabilidade do desempenho dentro da Excelência Operacional e também aumentar e garantir a disponibilidade dos ativos. Como ativos que impactam o processo produtivo podemos destacar:

- Máquinas e equipamentos de processo
- Instrumentos e atuadores
- Equipamentos e redes de automação
- Infra-estrutura e sistemas de gestão

Até pouco tempo, as empresas dedicavam maior atenção aos ativos de processo, deixando de lado os ativos de automação e de sistemas de gestão, os quais são fundamentais para garantir o desempenho e disponibilidade do processo. Não é incomum na maioria das indústrias a parada da produção devido a problemas de instrumentação, falhas em controladores e redes de comunicação, parada de servidores e estações de operação, etc. Na prática, estes problemas normalmente causam uma parada parcial ou total do processo produtivo dependendo da configuração do sistema e da criticidade dos mesmos.

Outro fator importante está no fato da constante evolução dos sistemas de Tecnologia de Automação (TA) e Informação (TI). A tendência atual é de total integração tecnológica e funcional destes sistemas, associada ao aumento de complexidade na busca por maior eficiência e redução de custos. Isto implica que o desempenho e disponibilidade dos ativos de TA e TI passam a ser um fator determinante para a obtenção de resultado nas empresas.

Portanto, faz-se necessário entender o comportamento dos ativos de automação, assim como priorizar o uso de soluções para melhoria de desempenho, diagnóstico automático e manutenção preditiva/pró-ativa dos mesmos. Esta abordagem permite que sejam atendidas as crescentes exigências de melhoria contínua de desempenho dos ativos e principalmente do aumento de disponibilidade dos mesmos, conforme apresentado neste trabalho.

2 DISPONIBILIDADE DE SISTEMAS

O estudo sobre confiabilidade e disponibilidade de sistemas em geral é uma área de conhecimento já bastante evoluída. Tomando-se os sistemas de automação como exemplo, é possível desenvolver uma análise profunda e bem embasada para entendimento do seu comportamento do ponto de vista de confiabilidade e disponibilidade, conforme mostrado por Goble⁽¹⁾.

A disponibilidade de sistemas em geral pode ser definida como a probabilidade que um dispositivo esteja operando satisfatoriamente no tempo t . Não existe a necessidade de se definir um intervalo de tempo, ou seja, se o sistema estiver operando o mesmo está disponível, não importando se ocorreram falhas reparadas no passado.

A confiabilidade de sistemas está relacionada a um determinado intervalo de tempo, definindo a probabilidade para que um dispositivo opere de forma satisfatória

dentro deste intervalo. Na prática, a confiabilidade do sistema pressupõe que o mesmo desempenhe as suas funcionalidades esperadas quando solicitado e dentro de limites de projeto. Os seguintes aspectos são importantes de se considerar:

- A funcionalidade esperada para o sistema deve ser conhecida.
- O significado de “desempenhar funcionalidades esperadas quando solicitado” deve ser bem entendido e avaliado.
- Deve ser bem definido o que se considera como desempenho satisfatório.
- Os limites de projeto devem ser conhecidos.

Portanto, confiabilidade e disponibilidade são coisas diferentes. Confiabilidade é sempre uma função do intervalo de operação e da taxa de falhas. Possui um valor máximo de 1 (100%) no instante zero e decrescendo até 0 com o aumento do intervalo de tempo. Enquanto que a disponibilidade é uma função das taxas de falhas, taxas de reparo e tempo de operação. Possui um valor máximo no instante zero e converge para um valor permanente em função do tempo de operação. O valor permanente é definido somente pelas taxas de falhas e de reparo. A Figura 1 apresenta o comportamento da confiabilidade e disponibilidade de sistemas.

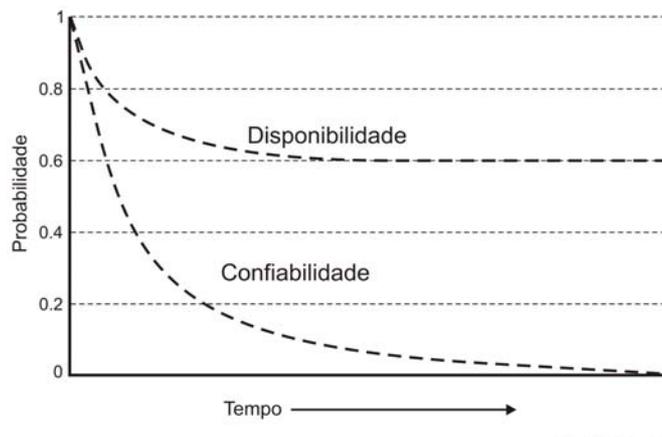


Figura 1. Comportamento da Confiabilidade e da Disponibilidade de sistemas.

Como a maioria dos sistemas deve garantir alta disponibilidade, é importante conhecer quais são os fatores de afetam o seu comportamento. A capacidade de diagnóstico de falhas é um dos mais importantes fatores para os ativos de TA e TI. Preferencialmente, deve-se buscar soluções para geração de diagnósticos automáticos e *on-line*. Usaremos aqui o termo diagnóstico automático para referir à capacidade de identificar falhas com pouca ou nenhuma interferência humana e de corrigi-las sem intervenção no processo. Todos os sistemas de TA e TI que possam ser devidamente reparados, caso mais comum, permitem aumentar significativamente a sua disponibilidade e segurança, quando são acrescidos da capacidade de diagnóstico. Dependendo da arquitetura adotada, outros benefícios são possíveis:

- Redução do tempo que o sistema opera de forma insegura.
- Redução do tempo que o sistema opera com desempenho degradado.

Os aspectos relevantes que afetam o desempenho dos principais ativos de automação são apresentados por Fonseca⁽²⁾.

Para componentes simples ou sistemas compostos com função de densidade de probabilidade exponencial, temos que a probabilidade de falhas λ é igual ao inverso de MTTF (tempo para falhar). MTTR é o tempo médio para reparar e MTBF igual à soma de MTTF e MTTR. Portanto, podemos calcular a disponibilidade como sendo:

$$Disp = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}, \text{ o que é equivalente a: } Disp = \frac{MTTF}{MTBF}$$

Considerando o comportamento de um sistema redundante ideal, o modelamento matemático para MTTF pode ser definido utilizando-se o modelo de Markov⁽¹⁾, apresentando o resultado mostrado a seguir:

$$MTTF = \frac{3\lambda + \mu}{2\lambda^2}$$

Onde μ é a taxa de reparo simples. Assumindo que a taxa de reparo é constante, temos que μ é igual ao inverso do MTTR.

Entretanto, a consideração anterior não é válida para a maioria dos casos reais, onde nem todas as falhas são devidamente detectadas e reparadas. A capacidade de diagnosticar falhas automaticamente altera de forma substancial o comportamento da disponibilidade. Para poder interpretar o efeito da capacidade de diagnóstico, devemos decompor a taxa de reparo na parcela coberta pela capacidade de diagnóstico e reparo automático, μ_o , e na parcela que somente poderá ser detectada por inspeções/manutenções periódicas, μ_p . Como reparo automático incluem-se todos os tipos de problemas que podem ser diagnosticados e solucionados sem a parada do ativo, sendo os problemas de desempenho os casos mais relevantes. O resultado desta análise pode ser interpretado pelos gráfico da Figura 2, onde é mostrada a equação correspondente para MTTF considerando a capacidade de diagnóstico C, variando entre 0 e 1.

Pelo mostrado na figura, o MTTF e conseqüentemente a disponibilidade dos ativos, aumenta em função da capacidade de diagnóstico automático ou pela redução do período de inspeção (T_i), sendo que este último implica em maior custo de manutenção e operação, exigindo muitas vezes paradas de processo. Analisando o gráfico apresentado, quanto maior a capacidade de diagnóstico automático, menor é a necessidade de inspeções periódicas para os problemas detectáveis, para se obter a mesma disponibilidade. Ou, sob um ponto de vista mais relevante, aumentando-se a capacidade de diagnóstico automático, aumenta-se a disponibilidade para quaisquer condições. Portanto, a melhor estratégia é a adoção de soluções que aumentem a capacidade de diagnóstico dos sistemas, principalmente em relação a problemas que podem ser reparados sem interrupção do processo produtivo.

$$MTTF_C = \frac{3\lambda^2 + (3 - 2C)\lambda\mu_o + (1 + 2C)\lambda\mu_p + \mu_o\mu_p}{2\lambda^3 + 2C\lambda^2\mu_p + 2(1 - C)\lambda^2\mu_o}$$

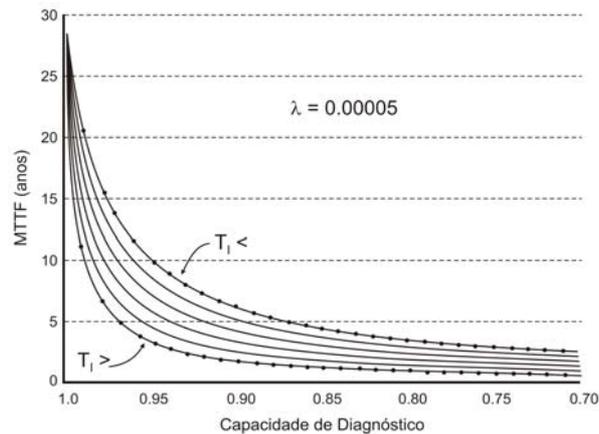


Figura 2. Comportamento do MTTF para diferentes capacidades de diagnóstico

As soluções de RPM provêm ferramentas fundamentais para diagnóstico automático dos principais ativos de TA e TI.

3 ATIVOS DE AUTOMAÇÃO E PROBLEMAS DE DESEMPENHO

Os ativos de automação estão sujeitos a problemas de desempenho que se não forem tratados de forma correta, fatalmente causarão interrupções no processo produtivo, reduzindo sua disponibilidade e conseqüentemente o resultado objetivado. Os principais ativos de automação são:

- Instrumentação (sensores e atuadores)
- Malhas de controle
- Controladores de Processo
- Redes de campo, de comunicação e seus dispositivos
- Estações de operação e servidores

Os problemas de desempenho associados aos ativos de automação, normalmente possuem comportamento caracterizado pela sua degradação contínua, chegando até a causar a parada do processo diretamente ou provocando efeitos indesejáveis que indiretamente reduzem a eficiência de equipamentos e operadores.

Se uma rede de comunicação elevar o seu tráfego além dos limites de tempo de resposta exigidos por uma determinada aplicação de controle, a ocorrência de *time-out* poderá implicar na perda de comandos ou mesmo numa parada crítica do processo.

Uma malha de controle quando sofre alterações na dinâmica do processo, desgaste em seus elementos ou problemas de interações com outras malhas, irá degradar o seu desempenho causando diversas situações indesejadas. O aumento da variabilidade do processo em decorrência da degradação do desempenho da malha, implica diretamente na redução da eficiência do processo, degradação da qualidade e aumento de rejeitos. Além disso, os limites operacionais poderão ser ultrapassados, chegando a provocar parada do processo por condições de segurança, ou mesmo danos aos equipamentos. Um efeito indireto indesejável da degradação de desempenho das malhas, é a excessiva geração de alarmes de processo, que em linha geral exigem do operador maior atenção para os mesmos ou alterar o ponto de operação para reduzi-los.

Conforme destacado no item 2, a disponibilidade dos ativos considera que os mesmos operem dentro de um desempenho satisfatório. Ou seja, ainda que uma degradação de desempenho não venha a desencadear uma parada do processo, o

que é uma condição limite, a operação fora dos limites aceitáveis também implica em perda de disponibilidade e qualidade, com conseqüente redução da eficiência global objetivada. Atualmente, o termo eficiência é mais completo por englobar o desempenho, qualidade e disponibilidade.

4 MONITORAÇÃO DE DESEMPENHO

Dentro da abordagem exposta, a monitoração de desempenho dos principais ativos de automação é uma importante ferramenta para aumento da disponibilidade dos mesmos. As soluções de RPM disponíveis no mercado priorizam a monitoração de desempenho objetivando maior capacidade de diagnóstico, possibilitando a manutenção preditiva/pró-ativa. Além dos diagnósticos automáticos voltados para detecção dos estados de falhas críticas, os quais implicam normalmente em parada completa do ativo, os diagnósticos do comportamento dinâmico dentro da visão da manutenção pró-ativa ampliam ainda mais a capacidade de detecção e correção de problemas. Enquanto uma falha crítica exige um tempo previsível para o seu diagnóstico e reparo, as falhas decorrentes de problemas de desempenho podem exigir um tempo imprevisível, uma vez que muitas vezes os efeitos perceptíveis são intermitentes (falha de comunicação por exemplo), ou afetam a eficiência global do processo, reduzindo a sua disponibilidade dentro de condições não-críticas.

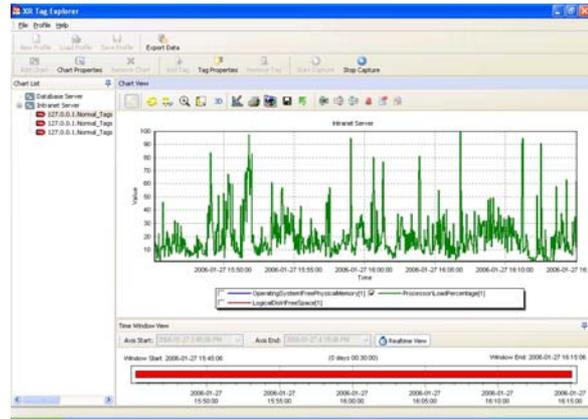
Dentro da linha do RPM, podemos destacar as ferramentas que são utilizadas para monitoração do desempenho dos principais ativos de automação:

- Gerenciamento de ativos de instrumentação (sensores e atuadores)
- Avaliação de desempenho de malhas de controle
- Monitoração de desempenho de redes de automação e TI
- Monitoração de desempenho dos ativos de TA e TI (CLP's, estações de trabalho, servidores, etc.)
- Gerenciamento do desempenho de equipamentos em geral (OEE)

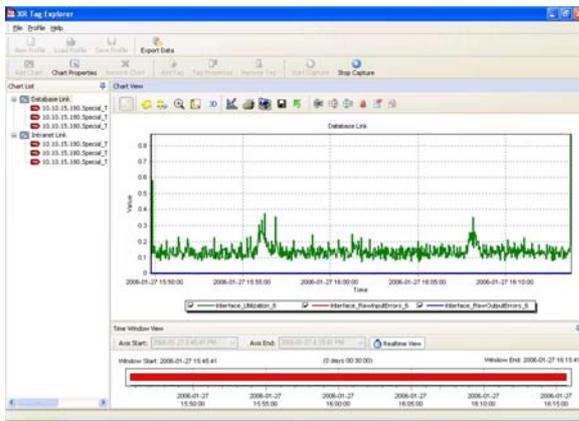
É importante observar que o índice OEE (*Overall Equipment Efficiency*) é uma importante ferramenta de RPM muito utilizada para equipamentos de processo, mas que pode ser utilizada para qualquer equipamento. A Figura 3 apresenta exemplos de soluções de mercado que são utilizadas para monitoração de desempenho de ativos de TA e TI.



(a) PlantTriage – ExpertTune



(b) XR PerfMon Tools - XRatel



(c) XR SNMP Tools - XRatel



(d) EPS - ATAN Sistemas

Figura 3. Soluções de mercado: (a) Supervisão de Malhas de Controle, (b) Monitoração de estações e servidores, (c) Monitoração de redes usando SNMP, (d) OEE.

5 APLICAÇÃO PRÁTICA

Para exemplificar como a monitoração de desempenho associada à capacidade de diagnóstico automático é utilizada na indústria em geral, são apresentados casos observados na aciaria de uma grande siderúrgica situada em Minas Gerais. Estes casos foram identificados após a implantação do sistema de automação para todas as áreas da aciaria, Figura 4. Este sistema também faz a integração com os sistemas de gestão da empresa.

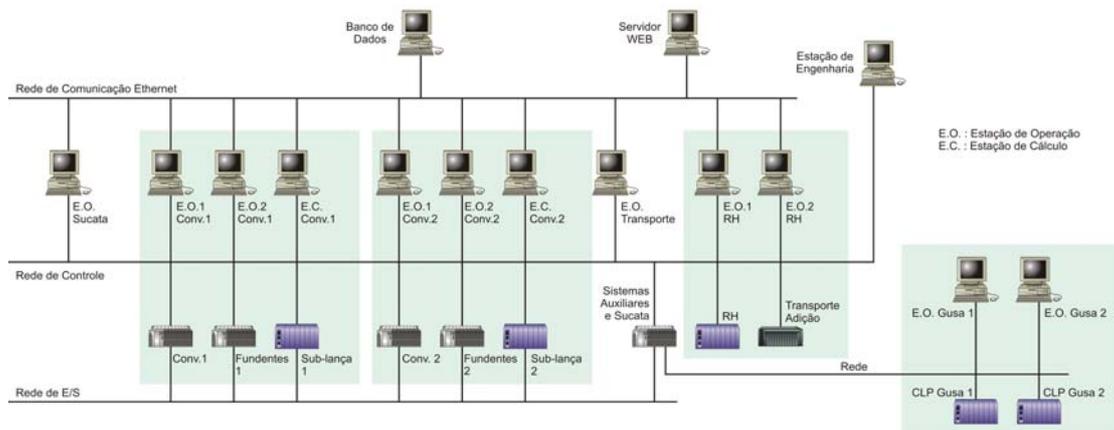


Figura 4. Sistema de automação da aciaria

Exemplo 1: Interrupção da operação do processo devido à indisponibilidade intermitente da rede de automação.

A operação do processo através das estações de operação do sistema de supervisão apresentou problemas intermitentes de comunicação com os CLP's. Tais problemas implicaram em pequenas interrupções da corrida, por questões de segurança do processo e qualidade do produto. Estes problemas intermitentes eram de difícil identificação da causa, uma vez que as inspeções feitas no sistema não coincidiam com o momento da ocorrência dos mesmos. A solução adotada foi a instalação de um software para monitoração contínua da rede automação⁽³⁾, equivalente ao mostrado na Figura 3. A partir da monitoração contínua da ocupação da rede (taxa de utilização) foi possível identificar através dos alarmes do software, que uma estação do sistema de manutenção ocupava 100% da banda de comunicação durante transferências de arquivos. Este era um procedimento indevido para o sistema, que tornava a rede de automação indisponível para os sistemas de operação do processo. Como os usuários não possuíam uma monitoração contínua do desempenho da rede, ocorriam falhas de comunicação da estação de supervisão que chegavam a interromper a produção. Após o diagnóstico do problema, a solução utilizada foi redirecionar a estação de manutenção para utilizar outra rede de comunicação, evitando-se ocupar indevidamente a rede de automação. Esta solução foi implementada sem necessidade de interromper o funcionamento do sistema, eliminando-se as pequenas paradas de produção devido ao problema.

Exemplo 2: Interrupção da operação do processo devido a gargalo na comunicação com sistema de controle.

A utilização da capacidade de comunicação do CLP principal foi crescendo juntamente com as necessidades de se utilizar diversas estações de operação e do modelo matemático, além das estações de engenharia para programação do mesmo. Este crescimento chegou ao limite da capacidade de comunicação da CPU do CLP⁽⁴⁾. Como este limite era atingido momentaneamente, dependendo das necessidades de comunicação de cada estação, o desempenho da comunicação degradava, chegando a provocar a perda de comunicação de algumas estações de operação com o CLP, devido à indisponibilidade deste recurso. Quando isto ocorria, a estação de operação somente conseguia restabelecer a comunicação quando a demanda de comunicação reduzia, o que provocava pequenas paradas na produção. A solução adotada foi monitorar continuamente a comunicação das estações do sistema, através de software que mede a utilização de recursos, juntamente com a monitoração contínua da utilização da rede de controle e da CPU do CLP. Assim foi possível diagnosticar a causa do problema, sendo adotado como solução a redução da demanda de comunicação das estações que não interrompiam a operação, até a substituição definitiva da CPU do CLP por uma com maior capacidade de comunicação, o que foi feito posteriormente numa parada programada para manutenção.

6 CONCLUSÕES

A disponibilidade dos ativos de automação é um fator determinante para garantir a eficiência do processo produtivo, objetivando a sustentabilidade do desempenho dentro da Excelência Operacional, assim como sua melhoria contínua na busca por melhores resultados para as empresas.

A utilização de ferramentas de RPM é fundamental para aumentar a capacidade de diagnóstico automático dos ativos de automação e TI, e até mesmo dos equipamentos de processo. A análise mostrada neste trabalho destaca de forma

clara como esta capacidade de diagnóstico permite um aumento da disponibilidade dos ativos e conseqüentemente do processo produtivo como um todo.

Os problemas de desempenho são os principais responsáveis pela redução da disponibilidade dos ativos de TA e TI. É importante enfatizar que estes problemas normalmente causam pequenas interrupções, muitas vezes de forma intermitente, sendo portanto de difícil diagnóstico sem o uso de ferramentas de RPM adequadas.

O retorno de investimento das soluções de RPM pode ser facilmente comprovado através dos ganhos de eficiência do processo produtivo. Normalmente, este retorno é bastante rápido (poucos meses), uma vez que as pequenas paradas de produção decorrentes dos problemas, quando computadas ao longo de um período maior, representam valores muito expressivos. Além dos ganhos proporcionados pela eliminação das pequenas paradas, somam-se a redução dos custos de manutenção, melhoria da qualidade do produto e redução de perdas.

REFERÊNCIAS

- 1 GOBLE, W. M. **“Control Systems Safety Evaluation and Reliability”**, 2nd Ed, ISA, 1998, 515p.
- 2 FONSECA, M. O. **“Desempenho de Sistemas de Automação – Métricas e Práticas”**, VIII Seminário de Automação da ABM, 2004.
- 3 FONSECA, M. O; SEIXAS, C. F; FERREIRA, A. V. D; DARE, R. S. **“Monitoração de Redes de Automação usando SNMP”**, IX Seminário de Automação da ABM, 2004.
- 4 **“Logix5000 Controller Design Consideration – Reference Manual”**, Publication 1756-RM094B-EN-P, Allen Bradley, 2005.