

SCADA system to performance index calculation using reliability engineering tools in a Modular Production System

(Sistema SCADA para cálculo de indicadores de desempenho empregando ferramentas de confiabilidade em um Sistema Modular de Produção)

Isabelle Stoco Fabio, Charles Luiz Silva de Melo, Israel Francisco Benítez Pina

Abstract — Reliability engineering is opening its boundaries within research field related to industrial processes due to study methods of problems analysis and investigation which facilitate for production and maintenance engineers improve their results, decrease production costs and keeping the business competitiveness. By using control and monitoring systems available in the market nowadays it is possible to design and build adapted systems for different processes and manufacture types. This article's aim is to demonstrate which knowledge areas are essential to supervisory system implementation that is capable of controlling and monitoring the needed variables and provide Key Performance Indicators (KPI) for reliability analysis.

Index Terms — Modular Production System, SCADA, Supervisory Systems, Reliability Engineering.

I. INTRODUÇÃO

QUANDO se fala em produção em escala industrial, uma das principais preocupações daqueles que projetam os produtos para as linhas são os custos relacionados a fabricação. Com a chegada da globalização, a competitividade entre as empresas aumentou significativamente. Esta mudança forçou as empresas a aumentar a quantidade de variáveis estudadas durante análise de viabilidade de produção para manter o preço de seus produtos competitivos.

Desta forma, a confiabilidade de processos é fundamental para manter a competitividade porque está diretamente relacionada à redução de falhas, uma vez que estas só aumentam os custos diretos de produção, e em um cenário mais crítico, a segurança dos próprios colaboradores. O conhecimento das causas e efeitos desses problemas permite diminuir a sua ocorrência, reduzindo assim custos desnecessários.

Este trabalho foi submetido em 20 de Setembro de 2015.

I. S. Fabio está com a Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM – Brasil (e-mail: isabellestoco@gmail.com).

C. L. S de Melo está com a Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM – Brasil (e-mail: charles.melo@yahoo.com.br).

I. F. B. Pina está com Universidad de Oriente, Santiago de Cuba - Cuba (e-mail: benitez.israel@gmail.com).

Na literatura acadêmica é possível encontrar diversos trabalhos focados nos estudos de confiabilidade de sistemas de manufatura. Como mostrado na referência [1] que estabelece um intervalo ótimo para realizar manutenções preventivas em chaves elétricas, e a referência [2] que demonstra uma metodologia para determinar um período em que deve ser realizada a manutenção preventiva de equipamentos eletromédicos.

Este artigo mostra os requerimentos adotados para operação do sistema MPS® FESTO, a comparação de melhoria dos resultados através de aplicação de ferramentas de confiabilidade (FMEA), as possibilidades disponíveis pelo sistema escolhido para desenvolver o Sistema SCADA e as dificuldades de implantação encontradas durante a execução do projeto.

II. EQUIPAMENTO

A. Sistema Modular de Produção - MPS® FESTO

Este sistema didático desenvolvido pela FESTO® é composto por três módulos que reproduzem processos de manufatura industrial, orientados a eventos discretos.

O primeiro módulo é responsável pela distribuição das peças de um magazine para o módulo seguinte, através do uso de um cilindro pneumático empurrador e um pick-up com ventosa.

O segundo módulo realiza a separação de uma amostra de qualidade a cada cinco ciclos de operação automática do sistema, utilizando dois cilindros pneumáticos: um empurrador (que só possui um sensor indicando que o mesmo não está acionado) e o outro com função de elevador (para dar continuidade ao processo, enviando para o próximo módulo).

O terceiro e último módulo realiza o processo de separação das peças de acordo com a sua cor (preta, rosa e metálica), com o uso de sensores indutivo e óptico que detectam ou não um determinado tipo de peça.

O módulo utilizado em laboratório corresponde à Figura 1, equipamento adquirido pelo fabricante FESTO.

III. ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE

Segundo [3], a diferença entre confiabilidade e qualidade é que a primeira é um conceito incorporado durante análise realizada para um período de tempo enquanto que a segunda é uma descrição estática de um item. Na prática, pode-se afirmar que a confiabilidade de um processo ou produto pode sofrer alteração com o passar dos anos, e por isso precisa ser monitorada constantemente.



Fig. 1. MPS® 203 – Imagem disponibilizada no catálogo do fabricante FESTO.

A. FMEA (Análise de Modos e Efeitos de Falha)

Segundo [4] emprega-se este método qualitativo para estudar os possíveis os efeitos e os modos de falhas dos componentes, sistemas, projetos e processos. Sendo que modo de falha é uma definição usada para caracterizar o processo e os mecanismos que a geraram, enquanto que o efeito é a maneira como o modo de falha se manifesta.

A importância de estudar essas informações é que, quando bem controladas, podem ajudar bastante na análise de confiabilidade e nos processos de manutenção. O problema é que estudo dessas informações é um tanto complexo, uma vez que diferentes modos de falha podem se apresentar o mesmo efeito.

O FMEA corresponde a uma ferramenta amplamente

utilizada para análise dos modos e efeitos de falha de um sistema. Os conhecimentos adquiridos durante os testes acerca de quais são as possíveis falhas encontradas durante a operação automática do MPS® FESTO são incorporados no sistema supervisorio visto que para cálculo dos indicadores de performance são utilizados contadores de falhas (tanto para sua frequência individual quanto distribuição por módulo). Isso significa que o objetivo do sistema supervisorio não é preencher o FMEA (este foi preenchido manualmente utilizando os critérios estabelecidos na literatura e consulta nas tabelas dos índices de ocorrência, gravidade, detectabilidade e grau de risco da falha por [5]), mas sim ajudar a listar quais falhas acontecem durante a operação para assim determinar as variáveis monitoradas pelo sistema supervisorio prover os cálculos dos indicadores de desempenho.

Os dados utilizados para preencher o FMEA foram coletados a partir de testes individuais (check das operações de cada módulo) e do sistema, conforme as falhas fossem detectadas durante os testes. As letras pertencentes às colunas dos índices, próximo ao NPR (Índice de Risco) são atribuídas de acordo com a frequência de ocorrência da falha (F), gravidade da falha (G) e detectabilidade (D).

Os testes realizados para determinar os índices utilizados no cálculo do NPR tiveram duração de aproximadamente duas horas e foram executados duas vezes por semana durante quatro semanas. Durante os testes eram coletadas as seguintes informações: quantidade de ciclos totais executados dentro do tempo de teste (considera-se o início do ciclo no módulo de distribuição com ação do empurrador de peças do magazine, e todas as etapas seguintes até que a peça fosse ordenada de acordo com a sua cor no último módulo), contagem individual de cada falha que ocorreu dentro do intervalo do teste.

No primeiro momento, as informações relacionadas ao tempo de execução (ciclo, falha ou teste) não estavam sendo consideradas visto que o objetivo dos testes era de identificar todas as possíveis falhas de operação do sistema, identificar os seus modos de falha e quanto representaria cada uma das falhas no total de falhas do sistema.

Os dados coletados durante os testes foram agrupados na tabela do FMEA, gerando assim os índices de risco (NPR). O cálculo deste índice é importante para que seja possível determinar quais falhas precisam ser priorizadas em relação às

TABLE I
ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA

NPR ^a	Modos	Efeitos	Causas
60	Deslize irregular do empurrador durante a operação	Posicionamento incorreto das peças para próxima operação	Fixação inadequada do cilindro pneumático do empurrador no sistema
4			Quantidade insuficiente de ar comprimido no sistema para efetuar operação
360	Posição final de curso não é o suficiente para ventosa pegar a peça	Falha no posicionamento da ventosa para pegar a peça	Tempo de resposta entre comandos do CLP e do sistema pneumático
100	Falha ao soltar peça no módulo de teste	Falha na detecção de peça no módulo de teste	Atrasos na operação
80	Erro durante seleção de amostras de qualidade (se tiver uma peça posicionada no módulo teste)	O botão de seleção das amostras força o empurrador a realizar sua operação	Empurrador se choca com o pick-up
36	Acionamento simultâneo dos desvios	Seleção errada das peças para suas devidas guias	Falha no escoamento da peça após selecionada

a. Índice de risco calculado conforme tabelas disponíveis [5].

outras no que diz respeito ações corretivas sejam implementadas durante a operação para que este índice (NPR) seja reduzido.

IV. SISTEMA SUPERVISÓRIO

Segundo [6], SCADA é uma tecnologia que disponibiliza ao usuário coletar dados de um ou mais facilidades e enviar instruções de controle limitadas para estas facilidades. Este tipo de sistema faz com que não seja mais necessário que o operador tenha a função de ficar visitando ou monitorando locações remotas que estão operando normalmente. SCADA inclui interface de operação e a manipulação para aplicação relacionada aos dados.

Os sistemas SCADA, conforme definido por [7], são uma tecnologia que permite que seja monitorada e rastreada a informação de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e, posteriormente, apresentadas ao usuário.

A. ScadaBR©

Este sistema supervisório é disponibilizado como software livre e vem sendo utilizado em muitas aplicações nas áreas de automação de processos industriais, redes de distribuição (água e energia), automação predial ou residencial, e aplicações de sensoriamento diversos. Este software é bem versátil e conta com suporte para mais de 20 mil protocolos de comunicação e pode ser integrado com soluções MES, CEP e BI, dependendo da aplicação [8].

Para utilizar o ScadaBR© é necessário instalar o Apache Tomcat que funciona como servidor web para o sistema supervisório. A Figura 2 representa a tela inicial do ScadaBR©, utilizada para navegar nas opções disponíveis pelo software para design das peculiaridades empregadas neste sistema supervisório.



Fig. 2. Tela inicial do ScadaBR© - Watchlist.

Este sistema possui diversas funcionalidades muito importantes, explanados em [8], como: configuração do menu principal, tipos de dados, data sources (corresponde a

localização de onde os dados são recebidos), data points (coleção de valores históricos associados), monitoramento (pode ser feitos por listas dinâmicas ou representações gráficas), controle (determinar quais pontos podem ser setados do sistema), eventos, ícones da aplicação, alarmes e gráficos.

Para esta aplicação foram desenvolvidas as telas de monitoramento (para todo o sistema) e operação (uma para cada módulo).

O objetivo da tela de monitoramento é mostrar para o operador os alarmes críticos do sistema e as quantidades de peças das respectivas áreas de operação do sistema: peças empurradas do magazine, amostras separadas de qualidade e peças separadas de acordo com a sua cor, conforme indicado na Figura 3.

Já as telas de operação são utilizadas para operar cada um dos módulos, individualmente, e dão informações mais específicas relacionado aquele módulo selecionado.

O exemplo ilustrado na Figura 4 foi desenvolvido para o módulo de distribuição e conta sinalizadores gráficos que tem o objetivo de informar o status das TAGs controladas pelo sistema de maneira intuitiva e objetiva, de modo que o operador não tenha dificuldades para entendê-la.

V. CONCLUSÃO

Durante os testes realizados, foi possível entender e determinar as causas e efeitos das falhas observadas. Esse conhecimento foi detalhado e documentado no FMEA, que tem o objetivo de ajudar e facilitar tanto as análises de falhas de processos quanto na programação das rotinas empregadas no projeto para realizar a operação automática. Contudo, só é possível empregar esta técnica após estabelecido o modo de operação, sempre com o objetivo de aprimorar seus resultados, o que significa que outra técnica deve ser empregada para ajudar no desenvolvimento do algoritmo das rotinas e lógicas empregadas, por exemplo.

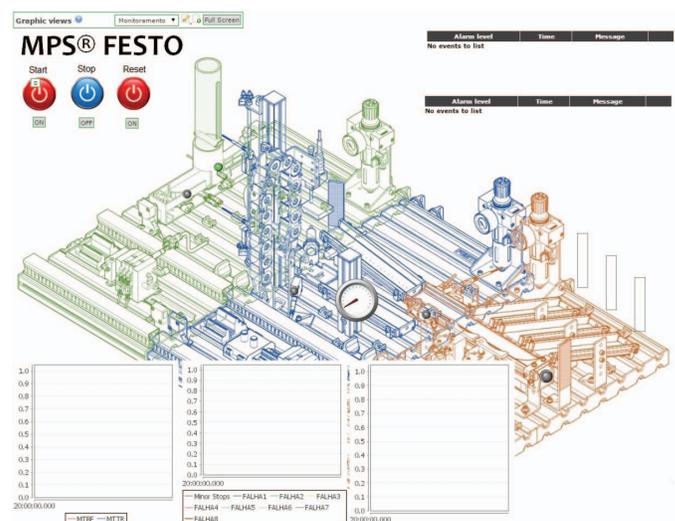


Fig. 3. Tela de monitoramento feita na ferramenta de Representações Gráficas do ScadaBR©.

TABLE II
ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA

Causas	NPR Inicial ^b	NPR Final ^c
Fixação inadequada do cilindro pneumático do empurrador no sistema	60	40
Quantidade insuficiente de ar comprimido no sistema para efetuar operação	4	2
Tempo de resposta entre comandos do CLP e do sistema pneumático	360	120
Atrasos na operação	100	50
Empurrador se choca com o pick-up	80	40
Falha no escoamento da peça após selecionada	36	18

b. Índice de risco calculado antes de realizar as ações corretivas.

c. Índice calculado após realizadas ações corretivas.

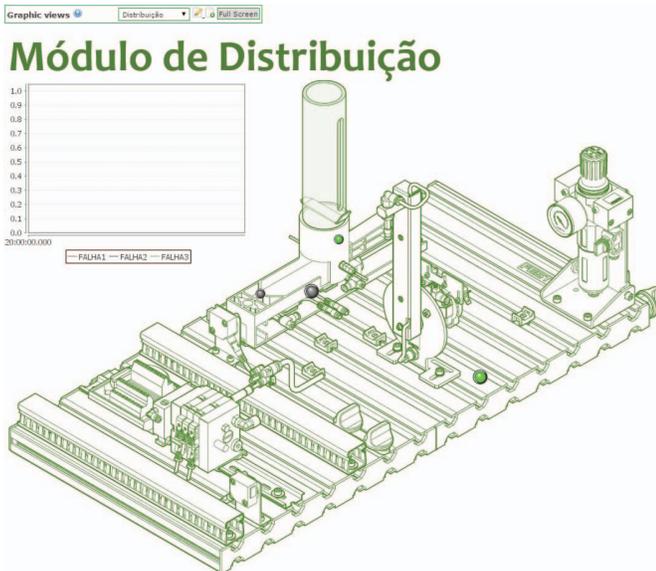


Fig. 4. Tela de operação do módulo de distribuição, também foi desenvolvido utilizando Representações Gráficas do ScadaBR®.

De acordo com os modos de falhas assinaladas na Tabela 1 foram estabelecidas ações preventivas com foco de diminuir o NPR calculado nos primeiros testes, o que registram um melhora de aproximadamente 50% para as falhas listadas, como podemos ver na Tabela 2.

As melhorias obtidas no que diz respeito à confiabilidade do sistema podem ser consideradas satisfatórias, visto que de

todos os fatores considerados no cálculo do índice de risco (NPR) aquele que registrou melhora foi o índice de frequência da ocorrência da falha. Os índice de gravidade e detectibilidade da falha mantiveram-se os mesmos pois, dentro das ações corretivas propostas, não houveram mudanças para reduzir a gravidade das falhas ou melhorar a detectibilidade delas na operação.

A contribuição da confiabilidade neste caso está relacionada às reduções na frequência de ocorrência de falhas que consequentemente tem impactos nos custos de operação, conforme estabelecido inicialmente na proposta deste artigo.

O sistema supervisório escolhido para implantar a IHM e controle do sistema foi projetado com as variáveis em modo de Data Source Virtual, porém podem ser alteradas para OPC DA com facilidade. Os requerimentos de operação e monitoramento também já estão definidos, sendo assim é possível continuar com as fases seguintes de implantação após estabelecer comunicação entre o servidor OPC DA e o sistema ScadaBR®.

REFERÊNCIAS

- [1] Santos, W. Determinação da periodicidade da manutenção preventiva em sistemas reparáveis. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado em estatística, UFMG, Belo Horizonte, 2003.
- [2] Hiraiwa, Gladston Luis et al. Metodologia para determinação do período de manutenção preventiva em equipamentos eletromédicos. 2001.
- [3] Fogliatto, Flávio Sanson, and José Luis Duarte Ribeiro. Confiabilidade e manutenção industrial. Elsevier, 2009
- [4] Sakurada, Eduardo Yuji et al. As Técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no Desenvolvimento e na Avaliação de Produtos. 2001.
- [5] Pallerosi, D. C. A. Confiabilidade, A Quarta Dimensão da Qualidade – Confiabilidade de Sistemas. [S.l.], 2007
- [6] Boyer, Stuart A. SCADA: supervisory control and data acquisition. International Society of Automation, 2009.
- [7] Salvador, M., and APG da SILVA. "O que São Sistemas Supervisórios." (2005).
- [8] Manual Software ScadaBR, 1ª ed. Fundação Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras. Espírito Santo, Brasil, 2010.