

SISTEMA DIGITAL PARA TESTES DE CHAVES DE PROTEÇÃO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS¹

*Francisco Marcos Gonçalves*²

*Célio de oliveira Martins*³

*José Eduardo Braga*⁴

*Jeremias Morelato*⁵

Resumo

Neste estudo apresentar-se-á o desenvolvimento e implantação do protótipo de uma ferramenta capaz de aprimorar a atual forma de manutenção aplicada nos Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) das correias transportadoras de matérias primas e produtos da unidade operacional da Coqueria da CST-Arcelor Brasil. Em atendimento as normas de segurança de máquinas, essas correias possuem vários dispositivos de segurança para proteção pessoal e do equipamento. Entretanto, devido ao modo contínuo de operação desses equipamentos, atualmente a única forma de inspeção nas chaves de proteção é visual, o que não permite aos técnicos de inspeção uma análise detalhada dos dispositivos de segurança para garantia de suas funcionalidades. Dessa forma, o objetivo dessa nova ferramenta é permitir a inspeção e teste on-line nas chaves de proteção, sem interferências na produção, visando garantir suas funcionalidades conforme previsto nas normas. O sistema foi desenvolvido utilizando os equipamentos encontrados instalados atualmente nas plataformas digitais dos controladores lógicos programados (CLP) e Supervisórios utilizados no controle das correias transportadoras, onde foi possível a utilização dos recursos de hardware e software na implementação das funções requeridas pela nova ferramenta.

Palavras chaves: Coqueria; Correias transportadoras; Sistemas instrumentados de segurança; Sistemas digitais.

DIGITAL SYSTEM FOR SAFETY SWITCH TESTS ON BELT CONVEYORS

Abstract

This study will present the development and implementation of a tool prototype capable of improving the current maintenance procedure applied to the SIS - Safety Instrumented System of the raw materials and products conveyor belts of the Coke Plant operational unity of CST-Arcelor Brasil. Complying with the safety regulations for the machines, these conveyors use several safety tools for operator's and machine protection. However, thanks to the equipment continuous mode of operation, currently the only way to inspect the protection switches is visually, which does not allow the technicians to make a detailed analysis and to guarantee its functionalities. Thus, the aim of this new tool is to allow the online inspection and testing of the safety switches without interfering in the production, aiming to guarantee its functionalities as required by the regulations.

Keywords: Coke plant; Belt conveyors; Safety instrumented systems; Digital systems.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Especialista em Manutenção Eletroeletrônica, CST-Arcelor Brasil.*

³ *Supervisor de Inspeção Elétrica, CST-Arcelor Brasil.*

⁴ *Técnico de Inspeção Elétrica, CST-Arcelor Brasil.*

⁵ *Técnico de Manutenção Elétrica, CST-Arcelor Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

As correias transportadoras são equipamentos utilizados amplamente nos processos industriais para o transporte de matérias primas e produtos, principalmente nas áreas de mineração e siderurgia.

São equipamentos de alta confiabilidade, desde que respeitadas algumas condições mínimas. Para garantir seu desempenho sem danos à sua vida útil ou riscos operacionais, devem ser respeitadas as condições básicas do projeto.

Apesar de todos os benefícios, as correias transportadoras possuem alguns pontos potencialmente perigosos e todo cuidado deve ser tomado quando próximo destas áreas. Embora proteções adequadas devam estar instaladas, ocasionalmente por falhas diversas, estes locais podem não estar protegidos.

Dessa forma, para garantir condições seguras de operação e manutenção, foram estabelecidas normas que fixam os requisitos de projeto, construção e procedimentos de segurança a serem observados pelos usuários destes equipamentos

Porém, ultimamente observou-se um crescente número de notícias sobre acidentes com alto grau de severidade ocorridos na operação desses equipamentos, onde provocaram um grande número de vítimas, danos ao meio ambiente, perda de produção e patrimônio. Um fato importante de ressaltar é que a causa básica de quase todos esses acidentes estão sempre ligadas à falhas e ou faltas de sistemas instrumentados de segurança.

2 SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURANÇA (SIS)

2.1 Histórico

De acordo com Finkel,⁽¹⁾ entre 1974 e 1984, três acidentes causaram grandes mudanças ao projeto, operação, e manutenção na indústria de processos. Estes tiveram proporções tão grandes e chocantes a indústria e comunidades que simplesmente ficaram conhecidos como: Flixborough, Seveso e Bhopal.

Devido a estes acidentes, as maiores nações industrializadas estabeleceram regulamentos para controle de riscos em processo industriais. A comunidade industrial respondeu a estas regulamentações através da emissão de normas e diretrizes relacionadas à avaliação do risco e o projeto de sistemas de segurança.

2.2 Conceito de Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS)

A proteção de unidades industriais, independente de ação humana, é obtida através de sistemas automáticos de parada de emergência, com seus próprios dispositivos dedicados de entrada e saída completamente separados do sistema de controle de processo. A operação desses sistemas é essencialmente estática, eles monitoram continuamente variáveis selecionadas (críticas), mas permanecem inoperantes até que ocorra uma situação anormal. Esses sistemas exigem níveis mais elevados de desempenho e diagnóstico que aqueles normalmente requeridos para os instrumentos e sistemas de controle de processo, já que falhas internas podem não ser notadas rapidamente.

Estes sistemas de segurança são conhecidos como: Sistema de desligamento de emergência (ESD - Emergency Shut Down) ou como Sistema instrumentado de segurança (SIS - Safety Instrumented System), na realidade, são dispositivos de controle e instrumentação adicionais para desempenhar funções de proteção.

É considerado como uma camada de proteção independente, instalada com o propósito de diminuir ou até mesmo eliminar os riscos inerentes ao processo, evitando que este opere em estado inseguro, fora dos limites inferiores evitando também paradas inseguras (Figura 1).

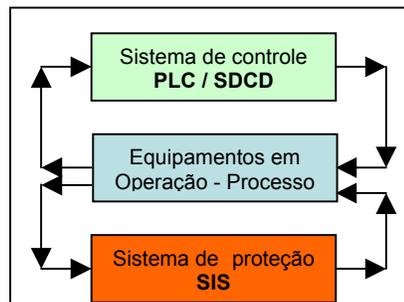


Figura 1: Independência dos sistemas

2.3 Normas e SIS para Correias Transportadoras

Dessa forma, para as correias transportadoras, foram criadas normas específicas que regulamentam e estabelecem os requisitos de projeto, construção e os procedimentos de segurança a serem observados pelos usuários destes equipamentos:

NBR 13742 : Procedimentos de segurança para transportadores de correias;

NBR 13759 : Segurança de máquinas – Equipamentos de parada de emergência;

NBR 13862 : Transportadores de correias – Requisitos de segurança para projeto;

NBR 14153 : Segurança de máquinas – Sistemas comando relacionadas à segurança.

Em atendimento as normas citadas acima, os sistemas instrumentados de segurança das correias transportadoras devem possuir dispositivos eletromecânicos voltados para garantir a segurança pessoal e do equipamento, conforme mostrado no detalhe típico de instalação dessas chaves nas correias transportadoras (Figura 2).

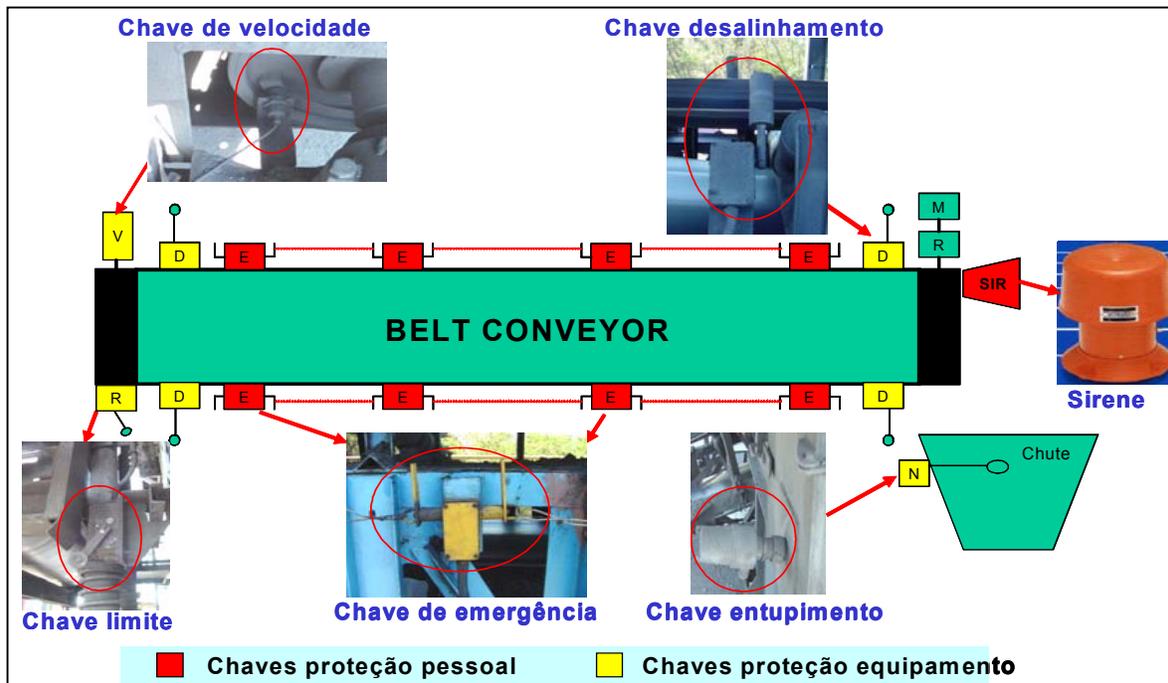


Figura 2: Detalhe típico instalação chaves de proteção

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Identificação do Problema

A unidade operacional da Coqueria da CST-Arcelor Brasil é responsável pela transformação do carvão mineral em um produto denominado coque. O coque é produzido através da destilação de misturas de carvões em baterias de fornos. No processo de coqueificação, há gerações de gases que após resfriamento e tratamento, são enviados para distribuição e utilização na usina. O coque é enviado para os alto-fornos, onde exerce dupla função, atuando como redutor dos óxidos de ferro e como fonte térmica do proceso. Para o transporte das matérias primas e o escoamento do coque produzido, a unidade operacional da Coqueria possui 45 correias transportadoras, totalizando 10.530 m de extensão, divididos em 5 subsistemas (Recebimento de carvão, Recuperação de carvão, Preparação de carvão, Abastecimento do PCI e Tratamento de coque).

Para atender os requerimentos de segurança das normas e pelo fato de possuir grandes dimensões físicas, o sistema de correias transportadoras da coqueria tem um número significativo de chaves de proteção distribuídas em seus subsistemas. Conforme mostra o Quadro 1.

SISTEMA CORREIAS TRANSPORTADORAS DA COQUERIA						
Sub sistemas	CE	SS	CD	CV	CN	CR
	Emergência	Sirene	Desalinhamento	Sub velocidade	Entupimento	Correia Rompida
Recebimento Carvão	64	10	40	6	6	12
Recuperação Carvão	88	16	30	7	7	12
Abastecimento PCI	74	11	22	4	4	4
Preparação Carvão	62	23	30	12	12	12
Tratamento Coque	94	31	54	16	16	16
Total :	382	91	176	45	45	56
Total Geral :	795					

Quadro 1: Resumo das chaves proteção do sistema de correias transportadoras da Coqueria

Entretanto, devido à forma contínua de operação dessas correias, atualmente a única forma de manutenção aplicada nas chaves de proteção é através de inspeção visual e manutenção preventiva nas paradas programadas. O que não permite aos técnicos de inspeção uma análise detalhada do equipamento e conseqüentemente a não garantia da funcionalidade quando da necessidade de utilização das mesmas.

Pelos fatos expostos acima, podemos observar que existe uma grande dificuldade para garantir a disponibilidade do sistema instrumentado de segurança das correias transportadoras, conforme previsto nas normas:

Para garantir a segurança pessoal e do equipamento, os dispositivos de segurança devem ser rigorosamente mantidos em bom estado. Testes regulares devem ser realizados para avaliar as suas condições. Não se deve retirar ou contornar (“baipassar”) uma chave sem ter certeza de sua função e conseqüências desta modificação.⁽²⁾

A função parada de emergência deve estar disponível e operacional a qualquer tempo, independente do modo de operação.⁽³⁾

Portanto, é muito importante salientar que nos casos de negligência quanto às normas de segurança, indicadas para proteção individual e coletiva, pode resultar em processo de responsabilidade civil e criminal contra os responsáveis.

Assim, podemos concluir que atualmente a realização da manutenção e testes necessários para a garantia da disponibilidade dos sistemas instrumentados de segurança (SIS) das correias transportadoras tem causado vários problemas, pois implica num grande número de paradas e partidas, provocando perdas de produção e stress nos equipamentos eletromecânicos das correias transportadoras.

3.2 Proposta de Solução

Diante do atual cenário, a proposta de solução foi o desenvolvimento e implantação de uma ferramenta que deverá ser capaz de aprimorar a atual forma de manutenção aplicada no sistema instrumentado de segurança (SIS) das correias transportadoras, tendo como objetivo permitir a inspeção e testes on-line das chaves de proteção, sem a necessidade de interferências na produção, visando garantir sua disponibilidade operacional a qualquer tempo, conforme previsto nas normas.

O desenvolvimento dessa ferramenta foi baseado nos recursos de hardware e software, disponíveis na plataforma do sistema digital de controle das correias transportadoras. Essa ferramenta foi denominada “Sistema digital para testes de chaves de proteção de correias transportadoras”.

3.3 Arquitetura

Os sistemas digitais de controle e automação implantados nas diversas áreas operacionais da CST-Arcelor Brasil CST possuem arquitetura padronizada. A Figura 3 mostra, esquematicamente, a integração entre os Níveis hierárquicos 0, 1, 2 e 3.

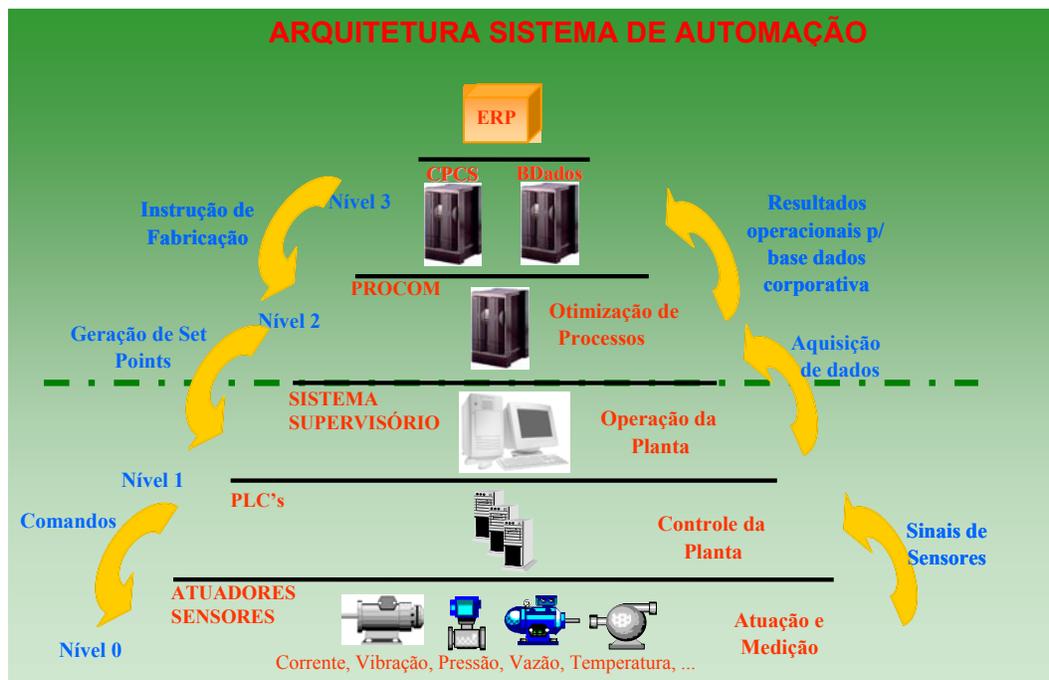


Figura 3: Arquitetura sistema de automação da Coqueria da CST

Especificamente, os sistemas de acionamento das correias transportadoras, normalmente apresentam a configuração típica conforme pode ser vista na Figura 4.



Figura 4: Detalhe típico sistema de força e controle de correias transportadoras

3.4 Descrição Funcional do Sistema

O desenvolvimento do sistema foi basicamente implementação de software no CLP e Supervisório (nível 1 da arquitetura do sistema de controle) de forma suportar os requerimentos da filosofia concebida para o sistema. Para facilitar o entendimento, será detalhado através dos diagramas de fluxo de dados abaixo, toda a seqüência de passos para realização do teste das chaves de proteção de uma correia.

▪ **PASSO 1 - Operador no campo solicita teste correia:**

O teste é realizado por duas pessoas utilizando rádios de comunicação, sendo uma no campo para atuação das chaves de proteção e outra na sala de controle para operação do sistema via supervisório, conforme mostrado na Figura 5.

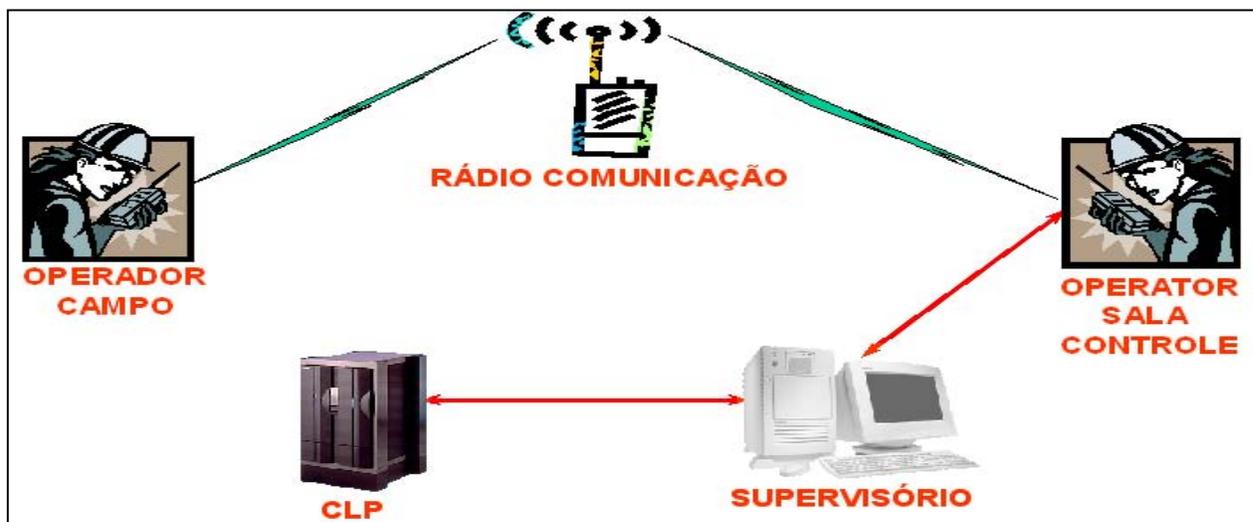


Figura 5: Diagrama ciclo operacional do teste

Para execução do passo 1 foi criada no supervisor de operação do sistema de correias transportadoras, a tela principal do sistema de testes das chaves de proteção das correias transportadoras (Figura 6), cuja função é selecionar a correia que será submetida ao teste.

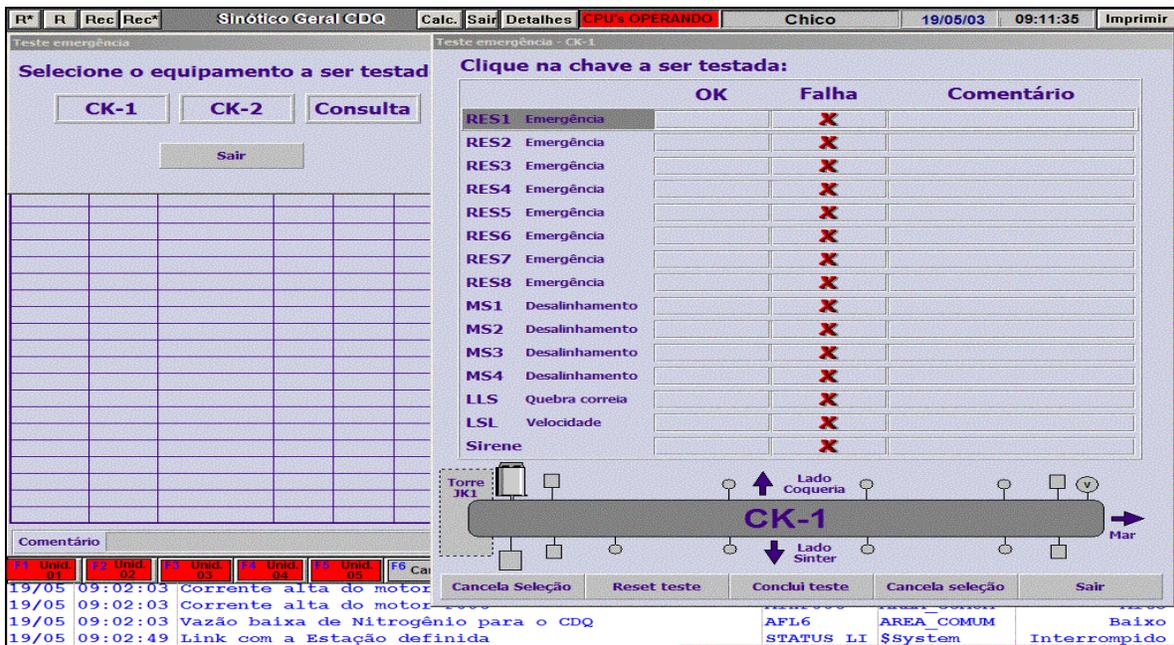


Figura 6: Tela supervisor seleção correia após execução passo 1

▪ **PASSO 2 - Operador no campo solicita teste chave proteção:**

Essa etapa marca o início dos testes nas chaves de proteção, onde após a seleção da chave solicitada para teste no supervisor, é ativada a rotina de by-pass no CLP.

O by-pass realizado na lógica do CLP quando é selecionada no supervisor a chave de proteção que será submetida ao teste, tem a função bloquear a ativação da saída do CLP, programada para o desligamento da correia em caso de atuação de alguma chave de proteção, permitindo assim que a atuação física da chave para realização do teste não desligue indevidamente a correia. Esse item atende o objetivo principal do sistema, que é permitir o teste das chaves de proteção sem interferências na operação.

Conforme foi abordado anteriormente, a norma NBR13742⁽²⁾ estabelece que: “Não devemos baipassar uma chave de proteção sem ter certeza das conseqüências desta modificação”. Dessa forma, algumas medidas de segurança foram adotadas para garantir que o by-pass fique ativo somente durante a realização do teste.

▪ **PASSO 3 – Teste da chave de proteção:**

Essa etapa é o teste efetivo da chave de proteção, onde existe a atuação da chave no campo e o processamento da informação no PLC e supervisor.

Quando a chave de proteção é atuada para realização do teste, o CLP verifica se houve uma mudança no nível lógico do bit correspondente a chave de proteção atuada, processando essa informação enviando sinal de chave atuada para o supervisor.

Nesse momento no supervisório é iniciada uma rotina que faz a verificação da mudança de status do bit da chave em teste, processando essa informação para atualização automática na tela do sistema de testes. Caso a atuação e retorno para posição normal da chave, tenha sido logicamente realizado com êxito (1 para 0 e 0 para 1), o campo “OK” na tela de testes será marcado automaticamente ; Caso contrário continua marcado o campo “Falha”.

Nessa tela existe também um campo tipo texto para anotação de algum comentário importante relativo ao teste individual de cada chave. A Figura 7 mostra como o processo descrito acima é visualizado no Supervisório.



Figura 7: Tela supervisório seleção chave proteção após execução passo 3

▪ **PASSO 4 – Conclusão dos testes:**

Nessa etapa, onde uma vez concluído os testes em todas as chaves, ao clicar no botão “concluir”, os resultados serão gravados na base de dados do supervisório, ficando disponíveis para geração de consultas e relatórios,

Para gravação dos resultados obtidos no teste nas chaves de proteção, é necessário antes de sair da tela de teste concluí-lo através do botão “conclui teste” (Figura 8), enviando assim o resultado para base de dados do sistema.

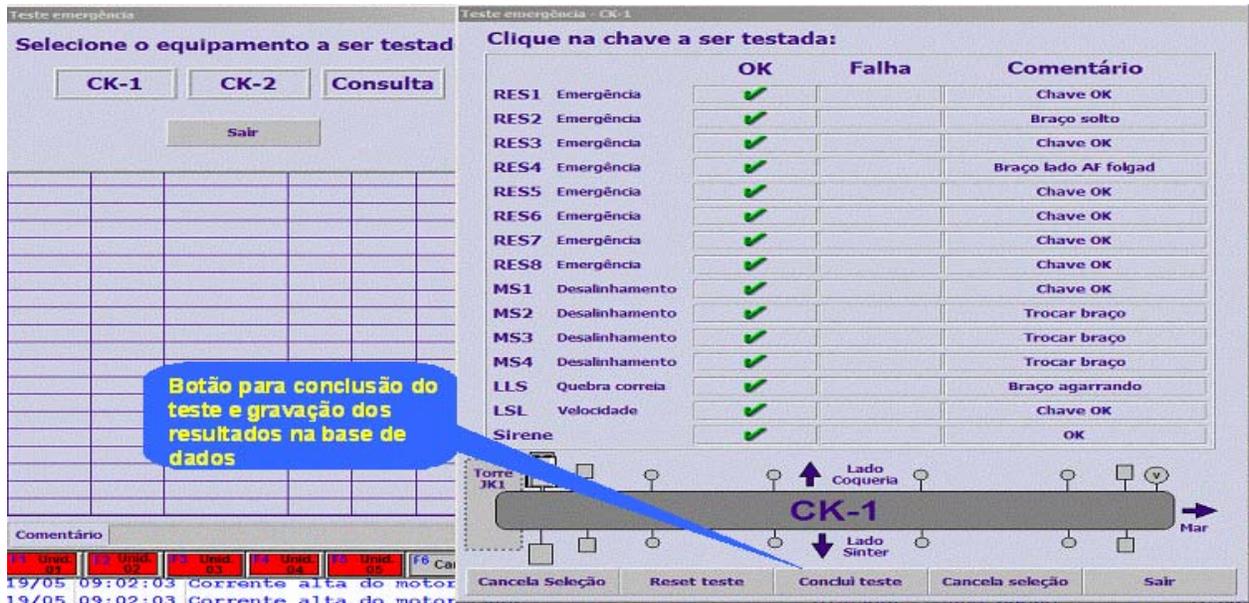


Figura 8: Tela supervisorio seleção chave proteção na finalização do passo 4

Após conclusão dos testes ou a qualquer momento, os relatórios individuais dos dados obtidos nos testes, poderão ser visualizados e ou impressos através do histórico armazenado na base de dados do sistema, conforme mostra a Figura 9.

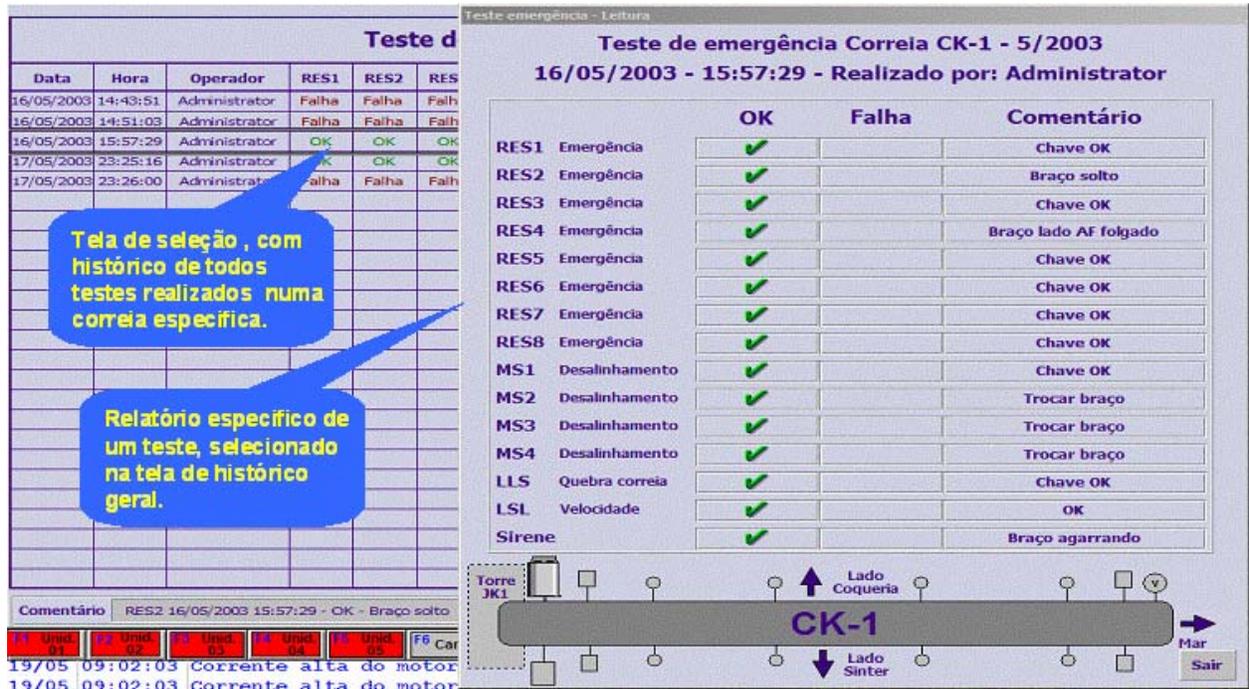


Figura 9: Tela supervisorio seleção e impressão de relatórios

3 AVALIAÇÃO DO SISTEMA

Os testes realizados com o protótipo desenvolvido serviram como um laboratório para análise e avaliação da nova ferramenta, de onde chegamos as seguintes conclusões:

- Demonstrou ser uma ferramenta com potencial de promover inovações no atual modelo de manutenção praticado em correias transportadoras, substituindo gradualmente as técnicas de manutenção preventiva por manutenção baseada em testes e performance, pois permite alterar a forma de inspeção, hoje visual, para uma inspeção baseada em testes on-line das chaves de proteção, sem a necessidade de interferências operacionais;
- Possui baixo custo de implantação. Pois sua base é o desenvolvimento de software, utilizando os CLP e Supervisórios existentes para controle das unidades operacionais;
- Está alinhada com as normas de sistemas de segurança instrumentados, onde devem ser projetados de forma a possuírem condições de testes periódicos em busca de possíveis defeitos ocultos que possam comprometer seu funcionamento;
- Poderá ser utilizado pelas equipes de operação como uma ferramenta nas inspeções rotineiras de pré-uso de equipamentos;
- Para garantirmos a segurança dos executantes dos testes e o cumprimento às diretrizes das normas, algumas adaptações nas instalações de campo e procedimentos operacionais adicionais tiveram de ser implementados.

5 CONCLUSÃO

Dessa forma, o desenvolvimento e implantação desse protótipo superaram as expectativas, pois demonstrou ser uma ferramenta de baixo custo e fácil utilização, que pode ser usada com objetivo de aprimorar as técnicas de manutenção utilizadas para garantia dos sistemas instrumentados de segurança das correias transportadoras, e com poucas modificações pode ser adaptado para outros tipos equipamentos que possuam sistemas instrumentados de segurança.

A segurança do Homem é um valor inquestionável. Assim, acredito que a implantação dessa ferramenta pode contribuir para tornar os sistemas de proteção pessoal e do processo produtivo, mais confiáveis e seguros.

Agradecimentos

A minha gerência, pela dedicação e confiança a mim depositada que contribuíram para pesquisa e desenvolvimento deste projeto.

À CST – Arcelor Brasil, que acreditou nos benefícios deste estudo e incentivou a buscar as ferramentas necessárias para seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- 1 FINKEL, Vitor. Projetos e utilização de sistemas de desligamento de emergência. In: CURSO ISA EC-50 – NOÇÕES BÁSICAS DE INSTRUMENTAÇÃO, 2002, São Paulo.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Procedimentos de segurança para transportadores contínuos: NBR 13742. Rio de Janeiro, 1996.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Segurança de máquinas – Equipamentos de parada de emergência: NBR 13759. Rio de Janeiro, 1997.