SISTEMA ESPECIALISTA DE APOIO AO ENSINO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Marcones Cleber Brito da Silva – marconeseng@gmail.com.br
Faculdade Eniac
Rua Força Pública, 89, Centro
07012-030 – Guarulhos - SP
José Antonio Dias de Carvalho – jose.carvalho@eniac.com.br
Marcus Valério Rocha Garcia- marcus.valerio@eniac.com.br

Resumo: *A área de manutenção industrial tem exigido cada vez mais o desenvolvimento de métodos e ferramentas para a melhor formação de profissionais. Com o objetivo de apoiar o ensino para a qualificação dos profissionais de manutenção o presente artigo propõe o desenvolvimento de uma atividade didática através de um painel de comandos elétricos com o auxílio de um sistema especialista. Este tem como principal finalidade o apontamento de falhas na execução da atividade e a simulação de modos de falhas e consequentemente a elaboração de procedimentos para a correção das mesmas. A metodologia consiste em criar regras de produção através do software Expert SINTA tornando possível a interação entre o aluno e o sistema especialista, e através das respostas as perguntas apresentadas pelo sistema, identificar possíveis falhas sem a intervenção do professor e solucioná-las através dos procedimentos convencionais. Após testes, o sistema mostrou-se capaz de aperfeiçoar o aprendizado mediante a aplicação de atividades práticas.*

Palavras-chave: *Manutenção industrial, comandos elétricos, sistema especialista, painel didático.*

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos voltados a área de manutenção industrial, tem cada vez mais exigido a construção de um conjunto de competências para a melhor formação de profissionais da área de manutenção (MORO & AURAS, 2007).

A manutenção industrial vem sofrendo grandes mudanças desde a revolução industrial, onde as indústrias utilizavam somente técnicas corretivas e não apresentavam interesse pela qualificação de mão de obra (SELEME, 2011). O autor ainda destaca que devido ao crescimento dos equipamentos e o aumento da complexidade dos sistemas elétricos e mecânicos, os operadores começaram a ter dificuldades para solucionar problemas e manter as máquinas em pleno funcionamento. Mesmo com o surgimento da automação industrial os equipamentos ainda necessitam de cuidados para executarem suas funções corretamente e atingirem os objetivos de produção.

De acordo com pesquisas publicadas em 2011 pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), a tendência de aumento ao longo dos anos no quadro de pessoal de nível técnico e superior para a manutenção vem se mantendo, dessa forma será necessário cada vez mais o

surgimento de ferramentas e métodos que auxiliem na melhor capacitação dos profissionais, sejam eles de nível técnico ou superior.

Com o objetivo de apoiar o ensino para a formação dos profissionais de manutenção é proposto neste artigo o desenvolvimento de uma atividade didática através de um painel de comando elétrico com o auxílio de um sistema especialista (SE). Este deverá ter como principal finalidade a indicação de possíveis falhas na execução da atividade e a elaboração de procedimentos para a correção das mesmas.

A consulta ao sistema especialista será realizada pelo aluno quando ocorrerem possíveis falhas durante o funcionamento do painel elétrico, ou até mesmo antes da execução da atividade de partida direta do motor. Mediante as respostas do aluno às perguntas realizadas pelo SE, serão apresentadas as causas das falhas, e o local da ocorrência, possibilitando a elaboração de procedimentos para a solução, sem a intervenção do especialista humano (professor responsável pela elaboração e execução da atividade). O programa utilizado para a elaboração do sistema especialista é o Expert SINTA, o qual será detalhado ao longo do trabalho. O presente artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 descreve os fundamentos da inteligência artificial e também o desenvolvimento e aplicação do sistema especialista bem como os principais resultados da metodologia. Na secção 3 é apresentada a conclusão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Inteligência artificial e Sistemas especialistas

A inteligência artificial é simplesmente a transferência das características da inteligência humana para as máquinas, isso é possível estudando como as pessoas raciocinam quando estão tentando tomar decisões e solucionar problemas (PALHACI,1998). O autor também afirma que os processos de pensamento são divididos em etapas básicas e é usado um programa de computador que apresente soluções aos problemas, utilizando estas mesmas etapas. A inteligência artificial imita o processo básico do aprendizado humano por meio do qual as novas informações são absorvidas e se tornam disponíveis para referências futuras.

Uma área de aplicação de I.A (inteligência artificial) que vem crescendo rapidamente é a solução de tarefas especializadas que necessitam de um conhecimento específico sobre domínio restrito: os sistemas especialistas. Os sistemas especialistas são definidos como sendo programas inteligentes de computador que usam regras para resolver problemas que requerem muita perícia humana (ARTERO, 2009). Um sistema especialista é projetado para modelar o comportamento humano de um especialista de uma determinada área, como engenharia ou medicina (COPPIN, 2010).

O sistema especialista é construído com auxílio de um especialista humano o qual fornecerá a base de informações, através de seu conhecimento e experiência adquiridos ao longo dos anos. O especialista tem a capacidade de resolver problemas difíceis, explicar os resultados obtidos, aprender, reestruturar o conhecimento e determinar as suas características mais importantes, porém muitas vezes os especialistas encontram dificuldades na transmissão de seus raciocínios de maneira clara, o que impede outro agente humano de se basear no raciocínio do especialista e posteriormente tomar as mesmas decisões.

Pode-se dizer que um sistema especialista apresenta várias vantagens quando utilizado para a detecção de falhas em diferentes sistemas, é importante ressaltar que o desempenho humano pode ser influenciado pelo desgaste físico, mental ou emocional e até mesmo por períodos longos de afastamento da atividade (FERNANDES, 2005). Um especialista humano

é formado através de treinamentos e pela experiência adquirida ao longo do tempo, em contrapartida um sistema especialista traz facilidades tanto na transferência como na reprodução das ações do especialista.

O processo de construção de um sistema especialista é geralmente, chamado de "Engenharia do Conhecimento". A mesma tem por objetivo envolver de uma maneira objetiva as pessoas que irão cumprir papel fundamental, como o construtor do sistema também denominado "engenheiro do conhecimento" e o especialista de domínio. Ambos exercem papéis importantes, pois só através da interação entre os dois será possível apresentar ao usuário final um diagnóstico preciso e coerente (COPPIN, 2010).

Pode-se classificar os sistemas especialistas conforme suas características de funcionamento. Existem diversas categorias, mas como o objetivo deste artigo é a construção de um sistema especialista para apoio ao ensino será abordado apenas um tipo. O sistema especialista a ser utilizado é classificado como um sistema para instrução, geralmente esses sistemas possuem mecanismos para verificar e corrigir o comportamento do aprendizado dos estudantes. Seu funcionamento consiste em interagir com o treinando, apresentando algumas instruções com pequenas explicações e a partir daí, sugerir situações para serem analisadas. Neste caso as situações são encaminhadas de maneira didática(FERNANDES,2005).

A consulta ao sistema especialista será realizada pelo aluno quando houver a ocorrência de erros durante o funcionamento do painel elétrico, e também antes do acionamento do motor. Através das respostas do aluno fornecidas ao sistema serão apresentados procedimentos para que o aluno tente resolver os problemas sem a ajuda de um especialista humano, neste caso o professor responsável pela elaboração da atividade. Pode-se perceber que o sistema a ser desenvolvido tem como finalidade a elaboração de procedimentos os quais serão aplicados pelo discente, tornando possível a solução do problema sem a intervenção do professor, aumentado assim a confiabilidade do sistema eletromecânico.

As vantagens de se ter um sistema especialista voltado ao ensino da manutenção estão relacionadas a facilidade de simular e detectar falhas em um sistema didático ou industrial, tornando o treinamento do discente mais objetivo, e também a elaboração de um plano de manutenção mais eficaz. Outra vantagem é o apontamento de falhas em pontos de conexões dos componentes elétricos do painel, sem a necessidade de medições prévias, como por exemplo, a medição de tensão elétrica para detectar a falha de um componente no sistema elétrico.

2.2. O Shell Expert SINTA

Atualmente o uso do computador tem sido indispensável para as diversas áreas do conhecimento humano, consequentemente surgiu a necessidade de ferramentas específicas que facilitem o trabalho humano, tornando o sistema especialista uma ferramenta fundamental para atingir esses objetivos. O sistema especialista é geralmente constituído por regras aliadas a um interpretador, tornando possível a separação do interpretador para a construção de outros sistemas especialistas. Os interpretadores são chamados de *Shells* e tem por objetivo simplificar a construção de um sistema especialista, inserindo apenas uma nova base de conhecimento (VICTOR, 2005). Na Figura 1 é mostrada a arquitetura básica de um sistema especialista.

A base de conhecimento é responsável por armazenar as informações fornecidas pelo especialista e serão apresentadas pelo programa computacional e também pelas regras que farão parte do sistema para a tomada de decisão. O núcleo do sistema baseado em conhecimento ou *Shell* é o módulo responsável pela execução do sistema, e faz a interação

entre os dados contidos na memória de trabalho e o conjunto de regras para o estabelecimento das conclusões (GOLDSCHMIDT,2010).

Figura 1- Arquitetura básica de um sistema especialista
Fonte: Goldschmidt (2010, p.16)

O Expert SINTA, desenvolvido pelo LIA (laboratório de inteligência artificial) da UFC (Universidade Federal do Ceará), é uma *Shell* que tem como principal objetivo simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo. Para tanto já oferece uma máquina de inferência para trás. O Expert SINTA utiliza o encadeamento para trás, o modo mais comum de utilização de um sistema especialista. O projetista deve incluir na definição da base quais atributos devem ser encontrados (ou seja, os objetivos -*goals*- do sistema especialista).

A máquina de inferência encarrega-se de encontrar uma atribuição para o objetivo desejado nas conclusões das regras. Durante a consulta à base de conhecimento, o Expert SINTA através da parte SE das regras solicita informações sobre o caso, questionando o usuário sobre os sintomas apresentados. Através das respostas do usuário o sistema analisa quais condições atendem aos requisitos e direciona o programa a apresentação de hipóteses assinaladas pelo ENTÃO de cada regra. As regras devem ser aplicadas até o sistema apresentar uma resposta que se enquadre para o problema apresentado.

A construção do sistema especialista para auxiliar o ensino da manutenção por meio da atividade didática utilizando os comandos elétricos deve seguir a seguinte sequência:

Passo 1: Definir a aplicação do sistema especialista e desenvolver o projeto usando o programa Expert SINTA.
Passo 2: Aprender a construir uma base de dados a partir das informações do problema, usando o sistema Expert SINTA.
Passo 3: Realizar a consulta ao sistema especialista desenvolvido e fazer testes de validação (depuração).

2.3. Partida direta de motores elétricos.

Para a utilização de comandos elétricos é indispensável o uso de uma carga a qual será ligada aos terminais de potência das chaves de partida, essa carga geralmente é um motor elétrico de indução trifásico ou monofásico. As chaves de partidas diretas são sistemas que utilizam contatores e outros dispositivos de comandos para realizar a abertura ou fechamento simultâneo de um ou mais contatos mecânicos que ligam uma fase (no caso de um motor monofásico), ou três fases (no caso de motor trifásico), aos terminais do motor.

Os contatores são chaves magnéticas responsáveis pelo acionamento dos motores através de seus contatos que estarão ligados às fases, os contatos comutam quando a bobina interna

do mesmo é energizada (FRANCHI, 2008). Existem diversos modelos e devem ser selecionados conforme as características de seus contatos (Abertura- fechamento) e sua capacidade de condução de corrente elétrica (comando - potência). Os contatos de potência são conhecidos como contatos principais e operam com elevados valores de corrente, geralmente são três contatos normalmente aberto (NA). Os contatos de comandos operam com baixas correntes e são conhecidos como auxiliares e podem ser de dois tipos: normalmente aberto (NA) ou normalmente fechado (NF).

Objetivando a simplificação dos sistemas de comandos elétricos, o circuito completo é dividido em dois circuitos que são o circuito principal ou de potência, e o circuito auxiliar ou de comando. O circuito de comando geralmente é composto pelas lâmpadas de sinalização, botões para acionamentos dos contatores e dispositivos de segurança como fusível. O circuito de potência geralmente mostra as características relacionadas ao funcionamento do motor elétrico. A Figura 2 mostra o circuito de potência utilizado para a partida direta de um motor elétrico de indução trifásico.

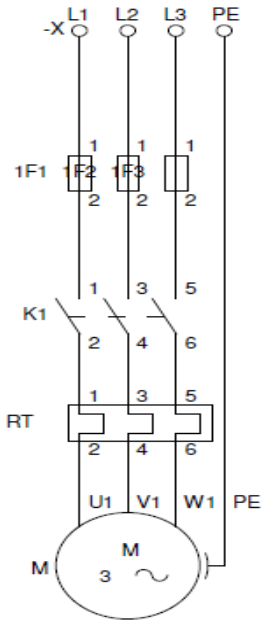

Figura 2- Diagrama do circuito de potência.

No circuito de potência da Figura 2 têm-se os seguintes componentes:
03 fusíveis de proteção (1F1, 1F2, 1F3);
01 contator (K1);
01 relé térmico (RT);
01 motor elétrico (M).

É importante ressaltar que a posição considerada normal é aquela observada no estado de não operação do contato.

O circuito de comando mostrado na Figura 3 é composto por:
Chave liga-desliga (C1);
Fusível de proteção (F1);
Contato do relé térmico (RT);
Botoeira de abertura (B0);
Botoeira de fechamento (B1);

Contatos auxiliares K1(13-14) e K1(23-24);
Bobina do contator (K1)
Lâmpada de sinalização (L0 e L1).

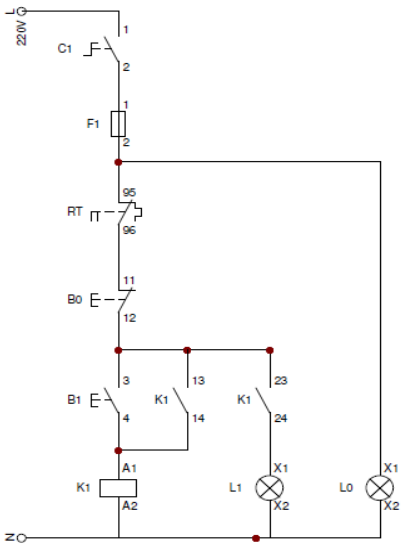

Figura 3- Diagrama do Circuito de comando.

A chave, os contatos auxiliares e os botões são interruptores que podem conduzir ou interromper a circulação de corrente no circuito. A bobina e as lâmpadas são cargas e o fusível é um dispositivo de proteção normalmente utilizado para evitar curto circuito quando iniciada a operação da partida do motor.

Os diagramas de potência e comandos são importantes para os alunos, pois auxiliam na instalação e operações da partida do motor elétrico, o conhecimento da operação do circuito de comandos elétricos é imprescindível para o melhor desenvolvimento da atividade. A transmissão das informações necessárias para a realização das operações do circuito elétrico será realizada pelo professor responsável pela atividade. Para maior esclarecimento de como se pretende utilizar o sistema especialista para a detecção das possíveis falhas no circuito de comandos elétricos será detalhado na próxima seção como funciona o circuito proposto apresentado nas Figuras 2 e 3.

3. METODOLOGIA

3.1 Simulação e detecção de falhas no circuito de partida utilizando o sistema especialista Expert SINTA

Inicialmente será considerado que todos os componentes empregados no sistema elétrico estão em plena capacidade de trabalho. Observando o diagrama das Figuras 2 e 3 pode-se verificar o funcionamento do circuito conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Funcionamento do circuito de comandos elétricos

1.	Ligando-se a chave C1 o sistema é alimentado com a tensão da fonte de energia elétrica,

	220V-60Hz. A lâmpada L0 serve para sinalizar essa condição de energização do circuito elétrico.
2.	Pressionando-se o botão B1 (3-4), de maneira que o contato do mesmo seja fechado, o contator K1 é acionado.
3.	Os contatos principais do contator K1 (1-2,3-4,5-6) são acionados ligando as três linhas ao motor elétrico, que então entra em funcionamento.
4.	O contato auxiliar de selo de K1 (13-14) é acionado, permitindo que K1 permaneça ligado após soltar-se o botão B1 (3-4).
5.	O contato K1 (23-24) é acionado, ligando a lâmpada L1, sinalizado que o motor está em operação.
6.	Pressionando-se o botão B0(1-2), de maneira que o contato seja aberto, ocorre o desligamento do motor elétrico através do contator K1.

.

O contato do relé térmico será acionado em caso de sobrecarga, fazendo o desligamento do motor elétrico através do desligamento do contator K1.

A proteção contra curto-circuito no sistema é realizada através dos fusíveis 1F1, 1F2 e 1F3 no circuito de potência e através do fusível F1 no circuito de comandos.

Analisando os componentes utilizados para interrupção e ligação (contatos), e as cargas que são elementos utilizados para acionamento (contatores, lâmpadas e relés) podem-se ter três modos de falhas possíveis de ocorrer:

1-Mau contato: Variação do estado Ligado ou desligado de um componente (contato ou carga).

2-Curto-circuito: Permanência no estado conectado (contato).

3-Circuito - Aberto: Permanecia no estado não conectado (contato ou carga).

As falhas podem ocorrer devido às conexões entre os componentes elétricos como também em função de problemas construtivos no próprio componente. Observando as Figuras 4 e 5 é possível perceber que a realização da atividade didática para partida direta de motores elétricos em painéis dedicados a essa finalidade pode apresentar outros fatores que também contribuem para o surgimento de falhas no sistema.

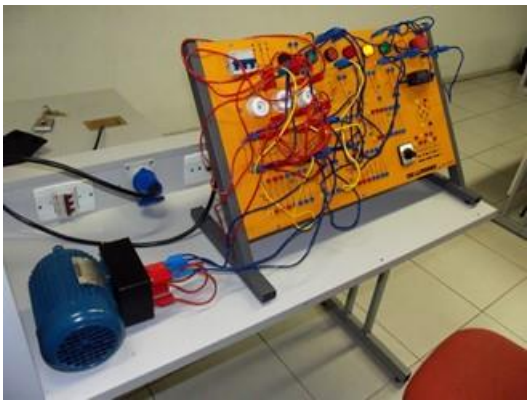

Figura 4. Painel de comandos elétricos didático com ligações para partida de motor elétrico.

Figura 5. Componentes elétricos do painel didático.

Na Figura 4 pode-se observar que as ligações entre os componentes foram realizadas através de cabos testes constituídos por pinos bananas, e a Figura 5 mostra que os componentes elétricos do painel já estão posicionados estrategicamente e ligados a pontos de conexão (bornes) onde os pinos bananas são conectados. Isso possibilita a realização da atividade sem a necessidade de manipulação dos componentes elétricos, porém as conexões entre os componentes devem ser realizadas pelo aluno e geralmente envolve um grande número de cabos testes conectados aos bornes, o que pode ocasionar eventuais problemas e surgimento de falhas no sistema elétrico. É importante ressaltar que por mais bem orientado que seja o aluno, as ligações realizadas por ele podem estar passíveis a erros como: má ligação dos componentes e até mesmo ligações erradas, resultando em possíveis curtos e a não operação do componente, não descartando a possibilidade de falhas no próprio componente elétrico.

Na realização da atividade didática observou-se que as falhas ocasionadas por circuito aberto geralmente ocorrem com maior frequência, portanto, foram desenvolvidos métodos através do sistema especialista para o apontamento de possíveis pontos abertos que podem impedir a operação dos componentes do circuito de comandos elétricos e consequentemente o não acionamento do motor. Os métodos foram aplicados em dois momentos ao longo da atividade, sendo o primeiro antes da operação do circuito e o segundo durante a execução. O fluxograma da Figura 6 mostra as etapas da aplicação do sistema especialista.

A simulação de funcionamento foi realizada através do software CADe_SIMU, em sequência foram realizadas as ligações físicas dos componentes elétricos dispostos no painel, conforme mostra a Figura 7.

As regras iniciais para a detecção de pontos abertos no circuito de comandos foram elaboradas no Software Expert SINTA analisando os pontos de conexão entre os componentes do diagrama da figura 3, por exemplo:

- A chave C1 está ligada?
- A lâmpada L0 não ligou?
- Mantendo-se a botoeira B1 pressionada o contator K1 não liga?

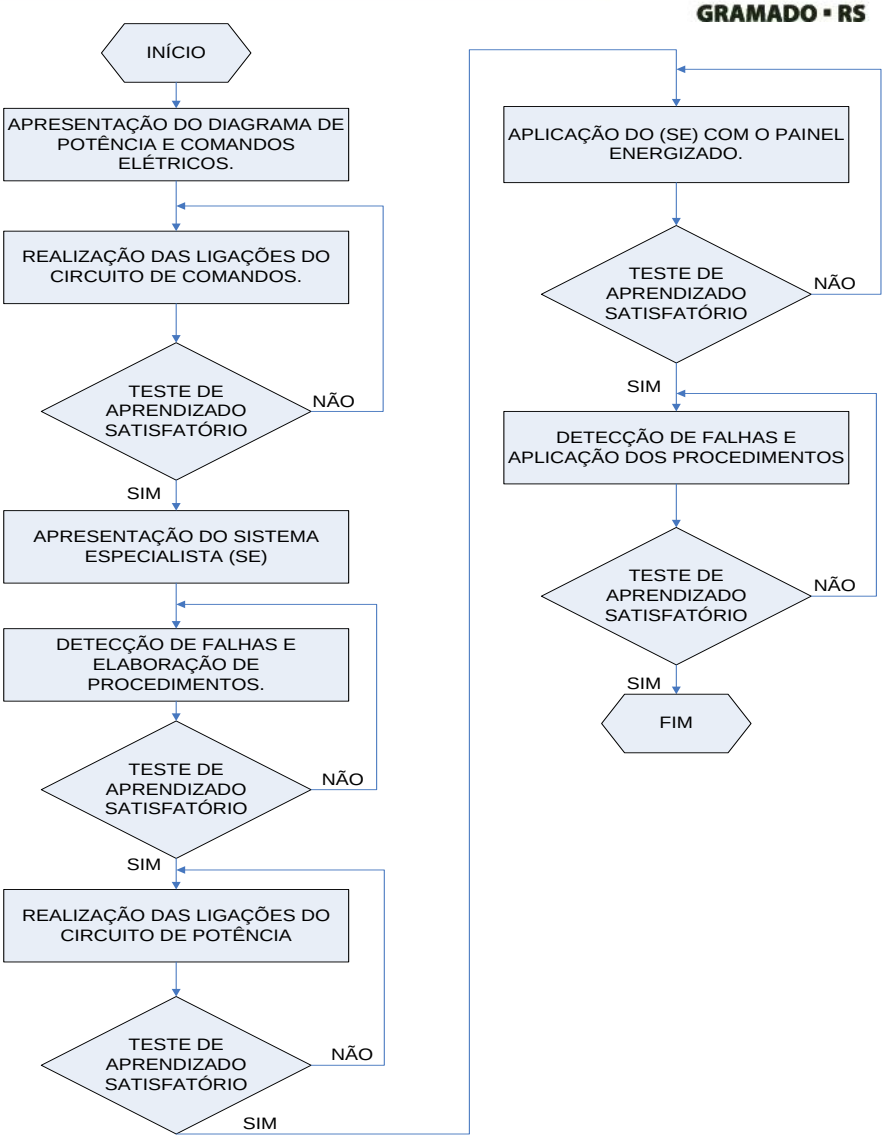

Figura 6. Fluxograma de etapas para a aplicação do sistema especialista

Figura 7. Equipe de alunos realizando as ligações do painel didático para partida direta.

Caso as respostas sejam positivas, verifica-se que o circuito está aberto no contato da chave C1 (1-2), esta conclusão é apresentada ao aluno através da interface do Expert SINTA. Logo após a detecção desse ponto de falha foi proposto aos alunos a realização de procedimentos para a correção da eventual falha como:

- Verificar a tensão da fonte;
- Verificar o nível de tensão nas cargas que estão em cascata com a chave C1;
- Verificar se há ligações abertas no ponto de conexão entre a fonte e o contato da chave C1 (1-2).

O sistema especialista inicialmente foi utilizado como simulador, pois o primeiro contato do aluno com o painel didático nem sempre é bem sucedido, e o mesmo pode esquecer algum ponto de conexão aberto no circuito de comando elétrico.

Após a montagem do circuito de potência e comandos o painel elétrico foi mantido energizado e os alunos realizaram a partida direta do motor elétrico e através das chaves de interrupção B0 e C1 testaram a funcionalidade do circuito de comandos para a partida do motor. Durante a partida do motor elétrico, os alunos foram orientados a abrirem alguns pontos estratégicos do circuito de comando. De maneira didática os alunos começaram a ser indagados através da interface do Expert SINTA, e foram direcionados aos pontos abertos do circuito elétrico, com o auxílio de um multímetro digital, as medições convencionais de tensão foram realizadas, logo ficou evidente que ao serem apresentados os diagnósticos pelo sistema os alunos realizavam os procedimentos necessários para solucionar as falhas sem o auxílio direto do professor.

Porém, devido às limitações do próprio software Expert SINTA alguns diagnósticos não ficaram claros aos alunos, sendo necessário neste caso a intervenção do professor a fim de esclarecer as dúvidas e possibilitar a realização dos procedimentos.

4. RESULTADOS

Como esta metodologia foi aplicada pela primeira vez no curso de Engenharia Mecatrônica, os resultados foram parcialmente atingidos. As perguntas foram apresentadas as equipes por meio de projeção, pois o laboratório utilizado para realização da atividade é de eletroeletrônica e não apresenta disponibilidade de computadores, o que resultou em uma interação parcial dos alunos com o sistema especialista.

Ficou evidente que o sistema especialista quando utilizado para simular falhas pode auxiliar o aluno tanto na compreensão da correta operação do sistema como na detecção de possíveis ligações equivocadas, tornando a atividade mais objetiva e confiável diminuindo significativamente a necessidade de intervenção contínua do professor. Já utilizando o sistema especialista para detecção de falhas com o sistema de comando elétrico energizado foram obtidos bons resultados com relação ao tempo de detecção das falhas e também na execução dos procedimentos para correção das falhas, pois não houve a necessidade de ampliar as regras do sistema especialista para a apresentação de procedimentos. Outra vantagem apontada por cerca de 90% dos alunos foi a fácil localização dos pontos com falhas utilizando o sistema especialista.

Devido às limitações do software utilizado para a elaboração do sistema especialista alguns diagnósticos não foram apresentados de maneira clara e também impossibilitou algumas alterações necessárias para o melhor desenvolvimento do método. Para uma fase posterior serão realizadas algumas complementações na metodologia, tais como: utilização de computadores para a avaliação aumentando a interação entre o aluno e o sistema, possibilitando uma melhor avaliação e depuração do sistema especialista; alteração do

software com o objetivo de aperfeiçoar o sistema elaborado e também possibilitar a orientação do aluno na realização das conexões entre os componentes do sistema de comando elétrico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de métodos e ferramentas para o aprimoramento do ensino da manutenção é um desafio, que requer dedicação por parte de professores e alunos.

Observou-se que a metodologia utilizada em muitas escolas técnicas e de engenharia é fundamentada em conceitos somente teóricos, o que torna o aluno um agente demasiadamente passivo. Isto resulta em aulas sem motivação, onde o aluno apenas verifica determinados conceitos de manutenção aplicados a situações imaginárias.

Portanto, a utilização de um sistema especialista para manutenção torna-se fundamental no auxílio do desenvolvimento não apenas teórico, mas principalmente prático de atividades ligadas à área, possibilitando ao aluno um melhor entendimento de técnicas e procedimentos de manutenção, transformando o aluno em um profissional mais qualificado e competitivo para o mercado de trabalho.

Essa metodologia de trabalho é inovadora e oferece subsídios para a continuidade e aprimoramento dessa ferramenta conforme os resultados obtidos, os quais serão analisados e algumas adequações serão realizadas para as próximas aplicações em outras turmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTERO, Almir Olivette. Inteligência artificial: teórica e prática. São Paulo: LIVRARIA DA FÍSICA, 2009. 230 p.

COPPIN, Ben. Inteligência artificial. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 628 p.

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Inteligência Artificial: Noções gerais. Florianópolis: VISUALBOOKS, 2005. 160 p.

FRANCHI, Claiton Moro.Acionamentos elétricos, São Paulo: Érica, 2008. 250 p.

GOLDSCHMIDT, Ronaldo Ribeiro. Inteligência Computacional, Rio de Janeiro: IST-Rio, 2010. 143 p.

SELEME,Roberto Bohlen, ROBSON, Seleme. Automação da produção: uma abordagem gerêncial. Curitiba: Ed.Rev. Atual, 2011. 211 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. PESQUISA da manutenção no Brasil. In: 2011. Disponível em: http://www.abraman.org.br/sidebar/bibliotecas-e-publicacoes/apostilas-artigos-boletins-e-trabalhos-tecnicos. Acessado em 08/02/2013.

MORO,Noberto; AURAS,André Paegle. Gestão da Manutenção. Florianópolis. Disponível em: http://www.norbertocefetsc.pro.br/apostilas.html. Acessado em 03/02/2013.

PALHACI,M.C.J.P.P. Protótipo de um Sistema Especialista para planejamento da manutenção preventiva de equipamentos do sistema metroviário de São Paulo, utilizando a ferramenta GURU. 1998. Dissertação de Mestrado - UNESP, São Paulo.

VICTOR,Valcí Ferreira. Sistema especialista para detecção de falhas em comandos elétricos. 2005. Dissertação de Mestrado- UFRN – Natal, RN.

EXPERT SYSTEM OF SUPPORT TO THE TEACHING OF INDUSTRIAL MAINTENANCE

Abstract: *The industrial maintenance area has been required increasingly methods and tools for better professional training. Aiming to support education for skills of maintenance professional, the present paper proposes the development of a didactic activity by an electric control panel with the aid of an expert system. The main purpose is pointing failure in activity execution and in simulated failure modes, consequently the development of procedures in order to correct them. The methodology is to create production rules by the Expert SINTA software making possible the interaction between the student and the expert system, and answering the questions presented by the system, identifying possible failure without teacher intervention and solving them by conventional procedures. After testing, the system was able to improve learning through the application of practical activities.*

Key-words: *Industrial maintenance, electrical commands, expert SINTA, didatics panel.*