

**Anais do
VI Seminário Multidisciplinar ENIAC Pesquisa 2014
VI Encontro Da Engenharia Do Conhecimento Eniac
VI Encontro De Iniciação Científica Eniac
VI Fábrica de Artigos**

SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MÁQUINAS ELÉTRICAS, UTILIZANDO MICROCONTROLADOR ARDUINO E SUPERVISÓRIO ELIPSE SCADA PARA DIMINUIÇÃO DE PARADA NÃO PROGRAMADAS PARA A MANUTENÇÃO

SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROL OF ELECTRICAL MACHINES, USING MICROCONTROLLER ARDUINO AND SUPERVISORY SCADA ELLIPSE TO DECREASE DOWNTIME NOT SCHEDULED FOR THE MAINTENANCE

**Oscar Gomes Muynarsk
Marcus Valério Rocha Garcia**

Oscar Gomes Muynarsk é Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia Eniac – FAPI. Graduado em Engenharia Mecatrônica pela Faculdade Eniac, Técnico em Eletroeletrônica pelo Senai, possui 15 anos de experiência em manutenção e atualmente é Líder de suporte elétrico/eletrônico na ABB. Email: oscardmuynarsk.si@gmail.com,

Marcus Valério Rocha Garcia é mestre em Engenharia Mecânica - Automação Industrial e Robótica pela UNITAU (2008), é graduado em Engenharia Elétrica pela UNIVAP (1995), atualmente é coordenador de Projetos da ETEP Faculdades e coordenador de Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia Eniac – FAPI. E-mail: marcus.valerio@eniac.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta um projeto que efetua o controle de sistema de máquinas elétricas utilizando um microcontrolador Arduino e o supervisório Elipse SCADA. A estrutura de monitoramento será responsável para mostrar ao operador dados como: corrente de consumo nas fases dos motores, apontar alguma anomalia no sistema e enviar informações ao microcontrolador e ao supervisório Elipse, o qual realiza o monitoramento e ajustes dos parâmetros de controles desejados. O objetivo deste projeto é utilizar a plataforma de microcontrolador Arduino em sistemas de controle e monitoramento industriais a fim de viabilizar redução de custos para manutenção com paradas não programadas e para ilustrações em ambiente de ensino e treinamento.

Palavras-chave: Microcontrolador Arduino. Supervisório ELIPSE SCADA. Manutenção Programada. Máquinas Elétricas.

ABSTRACT

This article presents a project that makes the control system of electric machines using an Arduino microcontroller and the supervisory Ellipse SCADA. The monitoring framework will be responsible to display the data as an operator: current consumption of the motor phases, pointing an anomaly in the system and send information to the microcontroller and the supervisory Ellipse, which performs monitoring and parameter

setting of desired controls. The objective of this project is to use the Arduino microcontroller platform for industrial control and monitoring systems to enable cost reduction for maintenance and unscheduled downtime for illustrations in teaching and training environment.

Keywords: Arduino Microcontroller. ELIPSE supervisory SCADA. Scheduled Maintenance. Electrical Machines

1. INTRODUÇÃO

Os motores têm uma grande aplicação na área industrial para mover diversos produtos e segmentos, o qual cada aplicação tem sua particularidade, cada processo deve ser mantido de forma que seja garantida a devida execução. A necessidade de garantir um bom desempenho dos motores elétricos há necessidade de que sejam monitorados por um operador ou técnico, o qual levará analisará vários aspectos operacionais a fim de determinar a necessidade de efetuar a parada do motor, e uma vez que esta parada não seja planejada, dependendo do processo, a empresa pode ter prejuízo.

Com vista a minimizar paradas não planejadas e, portando, minimizar prejuízos; este projeto tem como objetivo propor utilização da plataforma do Arduino e Elipse em monitoramento de motores, aprendizagem acadêmica e aplicação em fábricas. Dessa forma foi criado um supervisório permitindo monitorar, por meio do microcontrolador Arduino e Supervisório Elipse SCADA, motores dentro de uma planta fabril, facilitando a operação da manutenção e reduzindo os

custos gerados por uma manutenção não planejada; há viabilidade de aplicação desse sistema em outros segmentos de monitoramento.

Este artigo trata de um estudo de caso em uma empresa de papel e celulose, denominada X; durante a análise inicial do processo de manutenção notamos que os motores elétricos poderiam se tornar gargalos nos processos. Foi realizado o levantamento dos custos e traçadas possíveis soluções para minimizar perdas geradas por falta de monitoramento nos motores.

2. MICROCONTROLADOR ARDUINO

Na Itália o microcontrolador Arduino surgiu em 2005. Massimo Banzi era um professor que tinha objetivo de ensinar eletrônica e programação de computadores para alunos de design, os quais iriam utilizar esses conhecimentos em projetos de arte, interatividade e robótica. Diante da dificuldade de ensinar programação para pessoas que não são da área, Massimo e David Cuartielles decidiram projetar uma placa e, com auxílio de seus alunos, criaram uma linguagem de programação para um projeto denominado Arduino.

Com esta nova tecnologia desenvolvida pelos alunos da universidade, os mesmos começaram a criar projetos primeiramente voltados para design.

Segundo McRoberts (2011) o microcontrolador Arduino teve seu início no Interaction Design Institute na cidade de Ivrea, na Itália. O professor Massimo Banzi procurava um meio barato de tornar mais fácil para estudantes de design trabalhar com Tecnologia. Ele discutiu

seu problema com David Cuartielles, um pesquisador visitante da Universidade de Malmo, na Suécia, que estava procurando soluções semelhantes, e o Arduino nasceu. A nova placa foi denominada Arduino em referência a um bar local frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto.

O microcontrolador Arduino torna-se uma ferramenta possibilita a criação de projetos eletrônicos de forma simples. O principal objetivo foi facilitar a vida de quem busca uma maneira descomplicada de montar pequenos projetos.

2.1 Hardware do Microcontrolador Arduino

O microcontrolador Arduino consiste em uma placa de controle com entradas e saídas, com um cristal oscilador de 16 MHz, um regulador de tensão, plugue de alimentação, pinos conectores, LEDs para indicar modo de funcionamento de gravação, regulador de tensão de 05 V e uma porta USB.

As informações podem ser transmitidas de um computador para a placa por meio de Bluetooth, Wireless, USB ou infravermelho. Essas informações são programadas em seu software em linguagem C/C++.

Dependendo das necessidades o microcontrolador Arduino pode ter uma variação em sua estrutura física, permitindo melhor compactação para o projeto.

Para Monk (Ano Desconhecido), o microcontrolador Arduino é uma pequena placa de microcontrolador contendo um plugue de conexão USB (universal serial bus) que permite a ligação com um computador. Além disso, contém diversos outros terminais que permitem a

conexão com dispositivos externos, como motores, relés, sensores, diodos a laser, alto-falantes e demais dispositivos. Eles podem ser controlados diretamente pelo computador ou então podem ser somente programados, em seguida, desconectados, permitindo assim que trabalhem independentes.

3. SUPERVISÓRIO ELIPSE SCADA

Os *Supervisory Control and Acquisition Data System*, também denominado SCADA, permite monitorar, ajustar parâmetros e rastrear informações de um processo qualquer, as informações podem ser visualizadas por intermédio representações gráficas, sinóticos animados com indicações instantâneas das variáveis que existem no processo (vazão, temperatura, pressão, volume, velocidade, corrente, tensão) entre outras variáveis que possa existir dentro de um processo produtivo.

O principal objetivo do sistema SCADA é monitorar o 'chão de fábrica', por meio de uma comunicação em tempo real, ou seja, a função principal do SCADA é mostrar o que está ocorrendo no 'chão de fábrica' naquele exato momento.

Com o sistema SCADA podemos criar uma arquitetura aberta, ligada em rede, permitindo

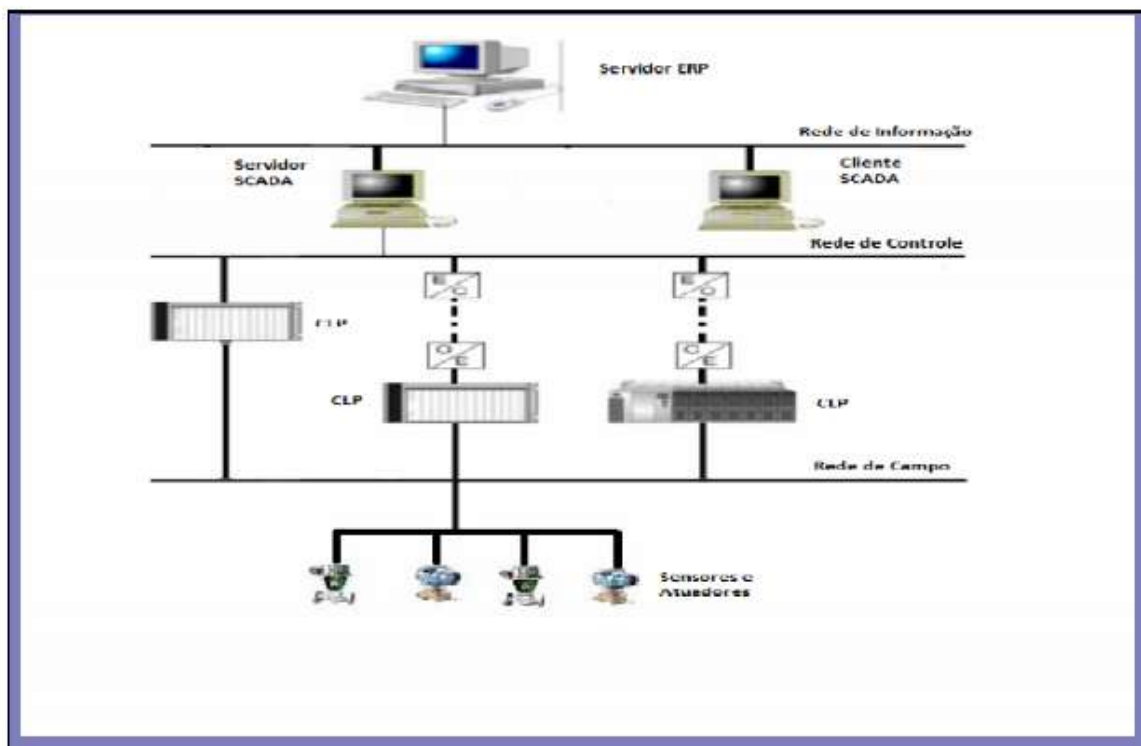
que o fluxo de informações do processo ultrapasse os limites físicos de uma empresa e possa fornecer informações no mundo inteiro por meio dos meios de comunicação.

Segundo Rocha (2011), em indústrias e laboratórios de todas as áreas encontramos máquinas e equipamentos para medir e controlar os mais diferentes tipos de processos físicos, incluindo movimentação de máquinas, variação de temperatura, pressão, nível, vazão, Ph, geração ou consumo de energia. Entre os equipamentos usados, existem (literalmente) milhares de modelos de sensores, controladores programáveis e atuadores que possuem alguma Interface Digital para conexão com computador, como uma porta serial ou ethernet.

No sistema SCADA pode-se registrar valores continuamente, verificar alarmes em máquinas, criar gráficos e relatórios (gerando históricos); viabiliza o envio de informações para softwares, o que permite a criação de um banco de dados. O sistema tem uma grande aplicação em operação e controle de usinas elétricas, sistema de transporte como ferrovias e rodovias.

Existem aplicações em metalúrgica, cerâmica, óleo & gás, refinarias e plataformas de petróleo, utilidades públicas em iluminação e saneamento.

Figura 1 - Representação da estrutura SCADA



FONTE: Filho (2011, p.2 – Adaptado)

Martins e Bremer (2002) os sistemas SCADA, oferecem funções importantes no monitoramento de problemas, como parada de máquinas por problemas mecânicos ou falta de matéria prima, usualmente chamada de motivos de parada da produção. Sendo assim, a produção pode apresentar gargalos influenciados por um processo comumente lento ou por máquinas que sempre estão com algum problema.

3.1 Aquisição de Dados

A aquisição de dados em sistema de automação se dá quando existe a transformação de fenômenos físicos em sinais elétricos que podem ser medidos e, então, convertidos em sinais digitais, os quais podem

ser analisados ou manipulados. Valendo-se do que descrevemos anteriormente, neste projeto utilizamos interfaces gráficas para representar os motores; a grandeza física analisada foi a corrente elétrica nas três fases do motor.

Atualmente existem diversas aplicações em indústrias de diversos segmentos para os sistemas de aquisição de dados. As aplicações da tecnologia SCADA preenchem quase todas as necessidades para monitoramento nas quais podem ser criadas infinitas aplicações de monitoramento em comunicando com diversos dispositivos, o que escolhemos e utilizamos foi o Arduino.

4. ESTUDO DE CASO

A empresa X com um alto nível de requisição na produção teve um aumento considerável de sua hora máquina, fato que demandou novas soluções para fornecer confiabilidade ao sistema produtivo e, por conseguinte, diminuir as paradas não desejadas. A fim de propiciar um aumento de sua produtividade foi exigido melhorias em seus processos, exigindo uma manutenção que adote uma nova técnica em manutenção, uma vez que dependendo do processo e setor, a parada de motores pode interromper toda uma linha de produção.

A seguir, com base em artigo escrito por Araújo e Câmara (2010, p.52) destacamos algumas causas e falhas mais freqüentes em motores elétricos. Em nosso projeto inicial levaremos em consideração apenas a sobrecarga, acionamento e sobreaquecimento; podendo futuramente controlar outros aspectos.

- Motor não consegue partir
- Baixo torque de partida
- Conjugado máximo baixo
- Corrente alta a vazio
- Corrente alta em carga
- Resistência de isolamento baixa
- Aquecimento dos mancais/Sobreaquecimento do motor

- Excessivo esforço axial ou radial da correia;

- Eixo torto;

- Tampas frouxas ou descentralizadas;

- Falta ou excesso de graxa;

- Matéria estranha na graxa;

- Ventilação obstruída;

- Ventilador menor;
- Tensão ou frequência fora do especificado;

- Rotor arrastando ou falhado;

- Estator sem impregnação;

- Sobrecarga;

- Rolamento com defeito;

- Partidas consecutivas;

- Entreferro abaixo do especificado;

- Capacitor permanente inadequado;

- Ligações erradas.

- Alto nível de ruído
- Vibração excessiva

O problema é que uma parada de máquina gera custos que podem ser prejudiciais tanto à contratante quanto à contratada, que traz como conseqüências multas e até mesmo rescisão contratual, além de perda da prestação de serviço, resultando em marketing negativo.

Com o gráfico abaixo foram levantados quatro anos de avaliação de custo gerado com manutenção de motores, este gráfico revela que os custos nos anos apontados foram altos e a empresa estuda formas de diminuir os gastos e aumentar sua produtividade.

Gráfico 1 - Custos com Motores na Empresa X



Fonte: Dados elaborado dos autores (2014).

Na tabela abaixo mostraremos a quantidade de motores que está instalada em uma planta de Papel e celulose da empresa X vendo assim a importância de um monitoramento.

Tabela 1. Relação entre potência instalada e quantidade de motores elétricos (C.A e C.C).

Potência dos Motores (kw)	Quantidade	Potência Total Instalada (kw)
<30	1808	18508,64
>30<100	650	41375,50
>100	248	57991,00
MT	94	49891,00
CC	112	15576,41
Totais	2912	183342,55

Fonte: Dados dos autores (2014)

Para o ano seguinte observamos um considerável aumento nas vendas de produtos, cuja gama de funcionamento de máquinas poderá ter aumento satisfatório, por esse motivo foi proposto aplicar a ferramenta de monitoramento e controle utilizando Arduino e Elipse SCADA.

É sabido que o comprometimento da manutenção se torna um desafio. Após um ano, no qual o índice de quebras de equipamentos foi elevado, no ano seguinte diminui a confiabilidade da máquina. A planta deve trabalhar sem paradas pelo tempo determinado para cada processo, se caso a linha vir a parar pode-se perder o planejamento da produção, gerando atraso e multas para empresa.

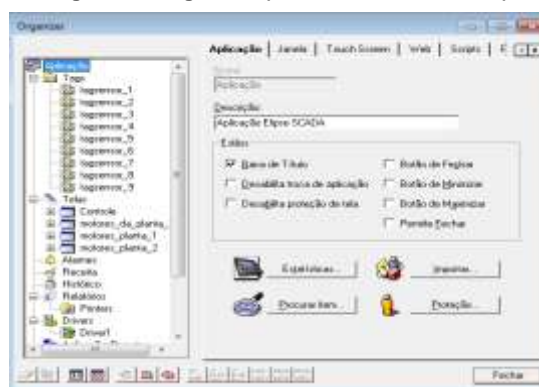
A solução encontrada para acompanhar o suposto aumento do mercado, foi a implementação da sistema supervisório utilizando Arduino e ELIPSE SCADA para monitoramento de motores, podendo ser

expandidos para outras máquinas elétricas, visando garantir uma maior confiabilidade. Este procedimento geralmente é implantado para clientes com alta produção que necessitam de equipamentos e máquinas de grande porte com poucas paradas ou somente paradas planejadas, em prazo que não seja prejudicial ao cliente garantindo assim seu desempenho através da função manutenção.

5. Projeto de Monitoramento

Na parte inicial do projeto utilizamos o supervisório ELIPSE SCADA, para sua criação do supervisórios da planta na empresa X utilizamos o Organizer do ELIPSE (figura 2). Primeiramente criamos as telas de monitoramento, sendo que cada tela tem um sistema de motores elétricos para monitorar, as telas foram chamada de: controle, motores planta 1, motores planta 2, motores planta 3; neste caso estas três telas monitoram motores e lugares diferente dentro da fabrica.

Figura 2 – Organizer (tela do ELIPSE SCADA)



Fonte: Dados dos autores (2014)

Após serem criadas as telas iniciou-se a criação do layout, com um motor para tela de controle; *Display* em cada tela com erros e botões para acionar as três plantas distintas.

Nas telas de plantas colocamos três motores em cada. Estes motores criados monitoram a corrente R, S, e T; Tensão; Potência e Temperatura. Também é possível, caso haja alguma alteração no sistema que está sendo monitorado, visualizar a informação de falha no campo motor 1, motor 2 ou motor 3.

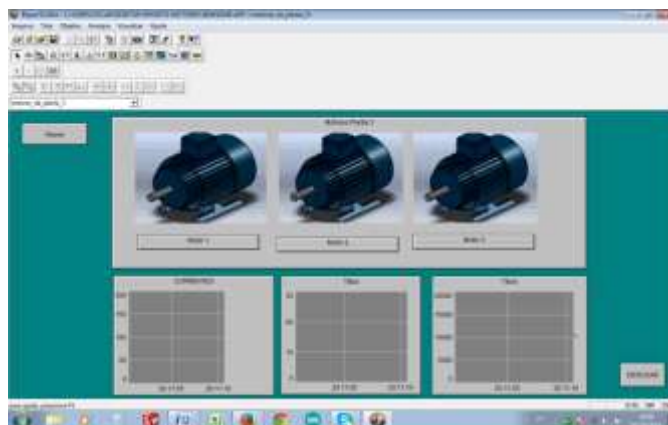
Figura 3 - Representação do Supervisório Elipse SCADA



Fonte: Dados dos autores (2014)

Em cada motor foi utilizado três Transdutor de corrente (Tc), um Transdutor de Tensão (TP), um Transdutor de Potência; esses transdutores fornecem informações para o Arduino e as enviam para o supervisório e, só então, após a conversão em tags são apresentadas nos locais estabelecidos em Tela, a fim de viabilizar o controle.

Figura 4 - Representação da Tela de Gráficos



Fonte: Dados dos autores (2014)

Em umas das telas podemos verificar as informações por meio de gráficos plotados, podendo configurar os horários de monitoramento para verificar futuramente os históricos que possam ser necessários para verificar o comportamento dos motores, viabilizando uma melhor análise das informações coletadas .

Figura 5 - Tela de configuração para Alarmes



Fonte: Dados dos autores (2014)

No Campo de alarmes especificamos os alarmes de corrente que aparecem no caso do programa detectar os valores lidos para (I_o) e (H₁H₁). Para os parâmetros de tensão e Potência devem ser criadas novos alarmes não desenvolvidos nesta etapa do projeto. Em qualquer uma das plantas, no momento em que algum motor elétrico não estiver em conformidade o operador de monitoramento poderá inicialmente visualizar estas informações na tela Inicial.

Figura 6 - Tela de Alarmes das Plantas



Fonte: Dados dos autores (2014)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram alcançados resultados satisfatórios com a utilização do microcontrolador Arduino e ELIPSE SCADA para monitoramento de motores elétricos na empresa X. Foi criada uma plataforma com os motores de uma das plantas, permitindo monitorar (primeiramente) a corrente destes motores, programando o Arduino como responsável para fazer a leitura das grandezas físicas e enviar ao supervisor ELIPSE SCADA.

Nos teste práticos verificou-se o comportamento e o funcionamento dos

motores mostrando que se torna eficiente a metodologia aplicada para monitoramento dos mesmos. Os operadores podem verificar constantemente os motores, evitando danos previamente, verificar qual motor e qual área esta com problemas, minimizando o tempo de atendimento da manutenção.

Com esta solução podemos aumentar o tempo de produção, evitando paradas indesejadas, existem oportunidades em outros tipos de monitoramento serem expandidos para outras maquinas elétricas, visando garantir maior confiabilidade, garantindo assim seu desempenho através da função manutenção por monitoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Igor Mateus de; CÂMARA, João Maria - **Manutenção em motores elétricos e defeitos mais freqüentes** – In: Revista – O Setor elétrico – 57ª edição , capítulo VIII, pp.50 – 53 - agosto/2010. Disponível em <http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed55_fasc_manutencao_capVI II.pdf> Acesso em 25/11/2014.

FILHO, Constantino Seixas – **Arquitetura de uma Rede Industrial** – Disponível em <<http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/Paginall/Download/DownloadFiles/Arquitetura.PDF>>. Acesso em 25/11/2014.

MARTINS, Vinícius; BREMER, Carlos Frederico - **Proposta de uma Ferramenta de Integração entre Sistema ERP-SCADA: Caso Prático** - XXII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Curitiba-PR, 23 a 25 de outubro de 2002. Disponível em

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr12_0107.pdf> Acessado 2m 25/11/2014

McROBERTS, Michael – **Arduino Básico** – Editora Novatec, 2011

ROCHA, Victor - **Automação e Sensoamento Remoto utilizando Software Livre “SCADA”**- In: Viva o Linux: porque nós amamos a liberdade (site); 2011. Disponível em: <<http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Automacao-o-e-Sensoamento-Remoto-utilizando-Software-Livre-SCADA?pagina=3>> Acesso em: 14 mai. 2012.