

**Desenvolvimento de supervisor visando a integração entre variáveis *Fieldbus* e de sistemas de aquisição de dados****Development of supervision aiming the integration between *Fieldbus* variables and data acquisition systems**

DOI:10.34117/bjdv6n9-496

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:22/09/2020

**Lucas Braga Cardoso**Graduando em Engenharia Elétrica - UFV  
Universidade Federal de ViçosaDepartamento de Engenharia Elétrica | Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário,  
CEP: 36570-000, Viçosa – MG  
E-mail:cardoso.lucasb@gmail.com**André Gomes Torres**Doutor em Engenharia Elétrica – UFMG  
Universidade Federal de ViçosaDepartamento de Engenharia Elétrica | Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário,  
CEP: 36570-000, Viçosa – MG  
E-mail:angoto@ufv.br**Amanda Bomfim Moitinho**Graduanda em Engenharia Elétrica – UFV  
Universidade Federal de ViçosaDepartamento de Engenharia Elétrica | Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário,  
CEP: 36570-000, Viçosa – MG  
E-mail:moitinhoamanda@gmail.com**Kétia Soares Moreira**Doutora em Engenharia Elétrica - UFMG  
Universidade Federal de ViçosaDepartamento de Engenharia Elétrica | Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário,  
CEP: 36570-000, Viçosa – MG  
E-mail:ketia@ufv.br**RESUMO**

Este artigo descreve o desenvolvimento de um supervisor capaz de realizar a integração entre variáveis Fieldbus e sinais transmitidos via USB. A conexão entre tais grandezas se dá utilizando um OPC server. Por utilizar tecnologias de aquisição de dados presentes na Indústria, este trabalho possibilita a criação de novos meios de acesso à informação dentro das fábricas. O software criado apresentou bom funcionamento, recebendo e fornecendo dados ao OPC server.

**Palavras-chave:** Supervisor, Fieldbus, Aquisição de dados, OPC server.

**ABSTRACT**

This article describes the development of a supervisory system capable of integrating fieldbus variables and signals transmitted via USB. The connection between such magnitudes takes place using an OPC server. By using data acquisition technologies present in the industry, this work allows the creation of new means of access to information within the plants. The software created has worked well, receiving and supplying data to the OPC server.

**Keywords:** Supervisory, Fieldbus, Data acquisition, OPC server.

**1 INTRODUÇÃO**

Não há dúvidas de que o avanço da tecnologia ocorrido no mundo a partir da segunda metade do século XX se deu de forma surpreendentemente veloz. Uma das consequências desse rápido desenvolvimento tecnológico consiste no breve fim do que difere coleta, transporte, armazenamento e processamento de informações (Tanenbaum e Wetherall, 2011).

Dentre esse progresso se encontra a automação e em um mundo cada vez mais automatizado o acesso à informação é uma peça fundamental na tomada de decisões, sendo imperativo facilitar e agilizar esse processo. Nesse contexto, a aquisição de dados (DAQ) requer atenção especial. Um sistema de aquisição de dados pode ser definido como o responsável pelo ato de medir, armazenar, analisar e exibir variáveis coletadas do nosso entorno por uma variedade de dispositivos (Measurement Computing, 2012).

Os computadores se tornaram protagonistas no âmbito da aquisição de dados, uma vez que sua capacidade e velocidade de processamento continuam em crescimento. Existem diversas maneiras com as quais um computador pode analisar e exibir os dados coletados, havendo um número quase infindável de *softwares* para realizar esse tipo de trabalho. Entretanto, em alguns casos torna-se mais interessante, ou até mesmo necessário, o uso de um programa específico que atenda as demandas. Pode-se citar como exemplo os sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), responsáveis pelo recebimento, tratamento e exibição dos dados, além de executarem ações de controle nos sistemas onde estão inseridos.

O uso de programas criados por profissionais é essencial dentro de um ambiente industrial. Outrora, para fins de pesquisa e assuntos acadêmicos como é o caso do presente trabalho, o desenvolvimento do próprio supervisor torna-se aceitável. Para a criação de qualquer tipo de programa, faz-se necessário o conhecimento de alguma linguagem de programação e do paradigma dentro da qual ela se encontra. Um paradigma de programação pode ser compreendido como o modo sob o qual o código é estruturado, ou ainda, qual é a forma que ele deve ter (Teixeira, 2017). Dentre os paradigmas está a programação orientada a objetos (POO), que apresenta como vantagem uma

maior proximidade com a linguagem humana ao tratar o código como uma junção de vários objetos, cada qual com propriedades distintas. Linguagens como C++, C#, Python, Java e outras se enquadram nesse paradigma.

Entre os processos de medição, análise e exibição, está a comunicação, um dos componentes chave na pesquisa desenvolvida. Em sistemas de controle e de automação, a informação gerada pelos instrumentos de campo deve ser enviada até um elemento inteligente, isto é, capaz de tomar decisões. Com o advento e expansão da chamada Indústria 4.0, a presença de instrumentos inteligentes no chão de fábrica tende a se tornar cada vez maior, assim como a presença dos protocolos digitais de comunicação que esses dispositivos utilizam para a transmissão das informações. A partir da década de 1980, indústria e academia se empenharam em desenvolver novos protocolos de comunicação, resultando em mais de 50 diferentes sistemas do tipo *bus* dentro de poucos anos (Schwarz e Börcsök, 2013). Dentre os protocolos de comunicação largamente difundidos na indústria estão o *Profibus* e o *Fieldbus*, sendo ambos protocolos digitais que proporcionam comunicação de via dupla entre vários equipamentos de campo e sistemas de automação, utilizando essencialmente uma rede local.

Em processos industriais, a falta de padronização na comunicação entre instrumentos pode não apenas ser custosa, como também acarretar atrasos e falhas. Em 1995 algumas empresas se uniram e com o apoio da *Microsoft* (cujo sistema operacional era o dominante na época) buscaram uma solução para o problema da incompatibilidade de protocolos. Desse empreendimento surgiu o padrão OPC, uma forma de promover a interoperabilidade de um sistema, isto é, sua capacidade de se comunicar com sistemas semelhantes ou diferentes. De acordo com a Fundação OPC, a responsável pela administração e distribuição dos produtos OPC, tal padrão é constituído por uma série de especificações que servem para estabelecer a interface de comunicação entre dois Servidores diferentes e entre Servidores e Clientes.

Após a coleta e transporte dos dados através de algum protocolo, o sistema de aquisição pode optar por seu armazenamento antes ou depois de sua análise e exibição. Computadores são ótimos meios de armazenar informações, porém nem sempre são suficientes para as situações propostas. Nesse sentido, servidores podem ser alternativas viáveis. O acesso aos servidores pode estar disponível pela internet ou apenas por redes internas. O uso de servidores se faz vantajoso pela facilidade de acesso à informação desejada por um ou mais equipamentos, estando local ou remotamente à fonte dos dados.

Dentre as missões do OPC está a de estabelecer um conjunto de padrões de comunicação entre os Servidores de dados e *softwares* de controle, tornando-o mais eficiente e estabilizando o

acesso aos dados (Qing e Yongsheng, 2015). Através do padrão OPC, sistemas de controle e instrumentos de fabricantes diferentes podem se comunicar sem entraves. Isso ocorre graças ao chamado OPC *server* que funciona como um conversor de protocolos, onde dados provenientes de CLPs, servidores físicos ou interfaces de usuário são convertidos para o padrão OPC e assim podem ser acessados pelos chamados OPC *clients*, instalados juntos aos *softwares* de controle (Niculescu et al., 2018).

Neste artigo apresenta-se o desenvolvimento de um sistema supervisório com acesso a um OPC *server*, utilizado para integrar duas tecnologias diferentes de coleta de informações, formando assim um grande sistema de aquisição de dados. A primeira delas trata-se de uma placa de aquisição de dados de padrão industrial que utiliza um cabo USB para transmitir sinais de tensão e corrente, coletados de um motor de indução trifásico, ao computador; a segunda utiliza protocolo *Fieldbus* para transportar as informações de um transmissor de temperatura, medidas no mesmo motor, para um CLP, que por sua vez os envia para um servidor próprio. O acesso do supervisório aos dados de temperatura se dá através do uso do OPC *server*.

Com o trabalho aqui apresentado objetivou-se o desenvolvimento de um supervisório gratuito, de baixo consumo de processamento e que fornecesse dados confiáveis, capaz de realizar a integração de variáveis, independente do protocolo de comunicação utilizado. Por utilizar diversos dispositivos e tecnologias amplamente difundidas na indústria, buscou-se a criação de novos meios de acesso à informação aplicável em outros processos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O sistema desenvolvido que faz uso da placa de aquisição de dados possui aplicação voltada aos motores de indução trifásicos. O motor utilizado nos estudos é do tipo gaiola de esquilo, fabricado pela MOTRON, e seu acionamento é feito a partir de um inversor de frequência CFW-11, produzido pela WEG. Além disso, componentes físicos tais como placas de circuito impresso (PCI), sensores de corrente e transformadores formam o sistema em sua totalidade, o qual pode ser visto na Figura 1.

Figura 1. Sistema de aquisição de dados construído.



A placa de aquisição NI USB-6351, fabricada pela *National Instruments*, é a responsável pela leitura dos sinais de tensão e corrente de entrada do motor. Tal dispositivo é dotado de 16 entradas analógicas individuais que podem também ser usadas em pares no modo diferencial. Sete desses pares foram utilizados para realizar a coleta dos dados em tempo real.

Nos trabalhos de Castro (2017) e Neiva (2018), diversos circuitos eletrônicos em PCI foram criados com o objetivo de adequar os níveis dos sinais a serem medidos à valores suportados pelas entradas analógicas, uma vez que as amplitudes de tensões permitidas são  $\pm 10$  V. Um banco com três transformadores monofásicos, tendo as fases do motor ligadas em seu primário, foi utilizado para abaixar a tensão de 220 V<sub>RMS</sub> para aproximadamente 8,5 V<sub>RMS</sub>. Ainda, como medida de segurança, as saídas dos transformadores foram ligadas a divisores de tensão junto a filtros passivos de primeira ordem antes de serem conectadas aos terminais da placa. Pode-se localizar o banco de transformadores na Figura 1, no canto superior direito, identificados por “T1”, “T2” e “T3”.

Para a medição das correntes, foram utilizados dois sensores ACS712, cujas saídas também foram submetidas a filtros para a retirada do *offset* característico do modelo utilizado. Por se tratar

de um sistema trifásico equilibrado, tem-se que a soma das correntes nas três fases é nula, segundo a equação (1):

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

Dessa forma, apenas dois sensores de corrente foram utilizados e o cálculo da corrente em uma das fases foi realizado via *software* como a diferença da soma das outras duas correntes. A tecnologia *Fieldbus* foi integrada ao projeto através da medição de temperatura do enrolamento do estator durante o funcionamento do motor. Fez-se uso de um transdutor do tipo termistor NTC\_200, o qual foi acoplado a um transmissor de temperatura TT302, fabricado pela SMAR. A alimentação do transmissor é feita pela rede *Fieldbus* e as medições realizadas são transmitidas para um Controlador Lógico Programável, modelo DF63, da mesma fabricante, e por fim enviadas para um servidor próprio identificado como “Smar.hseoleserver.0”.

Finalmente, um supervisor é o responsável por executar a integração entre a placa de aquisição e o servidor. Desenvolvido através da linguagem C#, utilizando a plataforma *Visual Studio*, produzido pela *Microsoft*. O *Visual Studio* é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), onde estão disponíveis várias ferramentas para a criação de interfaces gráficas e edição de código. A tela principal do programa pode ser vista na Figura 2. Nota-se que a interface gráfica criada unifica todas as grandezas de interesse em uma única tela, possibilitando o acompanhamento, nas caixas de texto localizadas na parte inferior, dos valores de tensão entre fases, corrente e potência ativa por fase, além da potência aparente, potência ativa e potência reativa trifásicos.

Figura 2. Tela principal do supervisor desenvolvido.



Como apenas os sinais de tensão e corrente em cada fase são lidos pela placa de aquisição, as demais variáveis citadas foram obtidas através de cálculos via código. A partir de ensaios realizados anteriormente, o fator de potência (representado por  $\cos \theta$ ) do motor já era conhecido e dessa forma pôde-se calcular a potência ativa monofásica e as potências aparente e reativa trifásicas de acordo com as equações (2) a (4), respectivamente. Além disso, para a obtenção da potência ativa trifásica somou-se as três potências monofásicas.

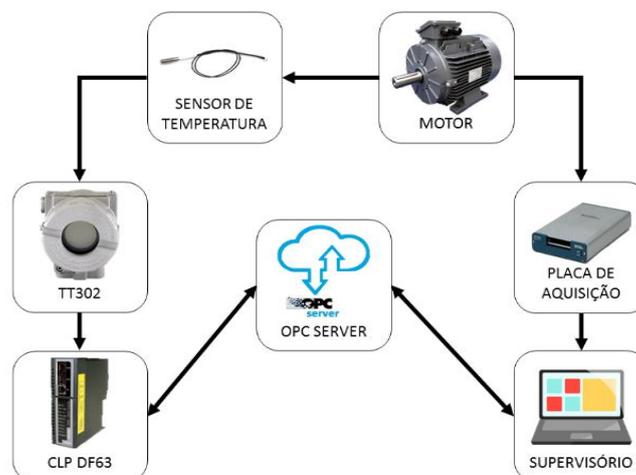
$$P = V * I * \cos (\theta) \quad (2)$$

$$S = 3 * V * I \quad (3)$$

$$Q = 3 * V * I * \sin (\theta) \quad (4)$$

Para estabelecer a comunicação do supervisório com o servidor, utilizou-se o OPC *server*. Nessa etapa do desenvolvimento, necessitou-se adicionar ao programa uma biblioteca externa, produzida pela *Advosol Inc*. Trata-se de uma empresa especializada no fornecimento de *softwares* e conjuntos de ferramentas para trabalhar com OPC. A biblioteca citada foi cedida através de uma licença gratuita. Na região mais à direita da Figura 2 pode-se ver os campos dedicados à obtenção dos dados presentes no servidor. Em uma tentativa de tornar a interação mais interessante, decidiu-se não apenas ler a variável temperatura, mas também enviar ao servidor os valores das médias de tensão e corrente e da potência ativa do motor. Isso foi feito adicionando um bloco funcional à configuração interna do DF63, no qual é possível escrever valores de diversas variáveis e com isso torna-las disponíveis no servidor. A Figura 3 apresenta um esquemático referente à montagem de todo o sistema e as setas indicam o fluxo de informações.

Figura 3. Esquema ilustrativo da composição do sistema global e do fluxo de informações.



Desejando averiguar o funcionamento do sistema global, executou-se alguns ensaios. O sensor de temperatura NTC\_200 foi inserido no enrolamento do estator e então conectou-se o TT302 à rede *Fieldbus*. Fazendo uso de um cabo USB e de um cabo de rede, a placa de aquisição e o controlador DF63 foram ligados ao computador, respectivamente, de modo que se estabeleceu conexão tanto ao sistema físico quanto ao servidor. Instrumentos de medição tais como voltímetros e amperímetros foram utilizados para validar a leitura dos dados exibidos no supervisório, assim como a comparação entre o display do transmissor de temperatura e os valores recebidos do servidor. A análise dos resultados de um desses ensaios encontra-se na próxima sessão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da realização dos ensaios, pôde-se estudar o comportamento do supervisório, tanto no recebimento dos dados vindos da placa de aquisição quanto no envio e recebimento de dados via padrão OPC. Imediatamente após o início da execução do supervisório, os dados começaram a ser recebidos, com a frequência de amostragem escolhida para a placa de 10 kHz. O código foi capaz de calcular, a cada segundo, os valores RMS de tensão e corrente dentre o intervalo de 10 mil amostras e a partir daí realizar os cálculos das demais grandezas. Também a cada 1 segundo os valores exibidos na tela do supervisório eram atualizados com base nas novas contas.

Conforme mencionado, como forma de validação, as tensões e correntes do motor foram medidas pelos instrumentos apropriados e observou-se diferenças inferiores a 2% entre as referências e os valores vistos na tela do computador. Na Figura 4 é possível ver o resultado da coleta de dados da placa para as três fases do motor, assim como as potências calculadas a partir dos valores de tensão e corrente.

Figura 4. Exibição das medições realizadas a partir da placa de aquisição.

Medições em Tempo Real							
V1 (RMS)	220,462	V2 (RMS)	220,461	V3 (RMS)	220,464	Potência Aparente	1.546,389
I1 (RMS)	2,374	I2 (RMS)	2,341	I3 (RMS)	2,300	Potência Ativa	1.005,153
P1	340,170	P2	335,413	P3	329,569	Potência Reativa	1.175,154

Na Figura 5 pode-se observar em detalhes o espaço reservado para a obtenção das variáveis presentes no servidor. Após pressionar o botão “Conectar”, a comunicação entre o supervisório e o servidor foi estabelecida. Nesse momento nada era mostrado, porém a escrita dos dados já tivera início. Somente após o botão “Ler” ter sido habilitado que a exibição dos valores começou.

Ao enviar cada item para o servidor, o módulo controlador realiza sua identificação a partir da atribuição de *tags* e não pelos nomes das grandezas habituais, tais como temperatura e potência.

Figura 5. Leitura das variáveis presentes no servidor.



The screenshot shows a software window titled "Comunicação OPC". It contains three buttons: "Conectar", "Desconectar", and "Ler". Below the buttons is a table with three columns: "Itens", "Qualidade", and "Valor". The table lists four variables with their respective quality and values. At the bottom of the window, there is a text field containing "Smar.hseoleserver.0".

Itens	Qualidade	Valor
Motor_TT302_AI.OUT.VALUE	GOOD	32,76887
Motor_DF63_CONST.CT_VAL_1	GOOD	219,8
Motor_DF63_CONST.CT_VAL_2	GOOD	2,332
Motor_DF63_CONST.CT_VAL_3	GOOD	999,337

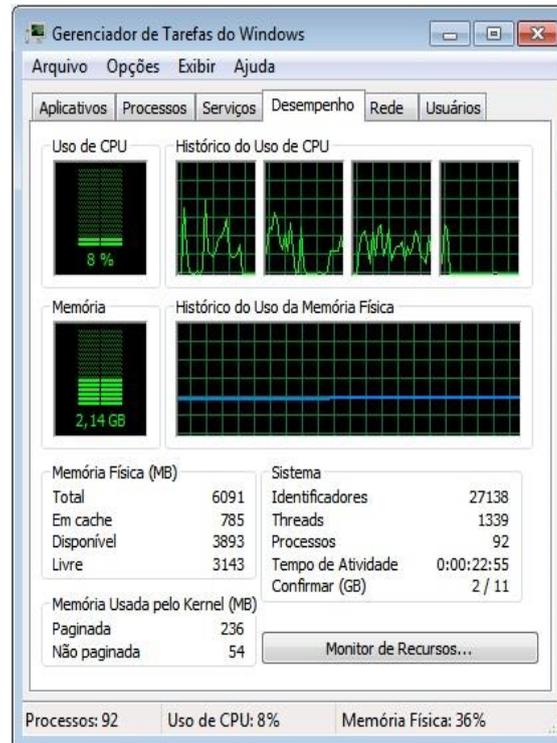
Dessa forma, na lista vista na Figura 5, tem-se de cima para baixo as medições de temperatura, tensão, corrente e potência ativa, sendo atualizadas a cada segundo. Buscando correspondência entre as variáveis listadas e aquelas presentes na Figura 4, tem-se que o valor de “Motor\_DF63\_CONST.CT\_VAL\_1” é a média das tensões nas três fases; de maneira similar, tem-se para “Motor\_DF63\_CONST.CT\_VAL\_2” (média das correntes) e “Motor\_DF63\_CONST.CT\_VAL\_3” (potência ativa total, isto é, soma da potência ativa das três fases). Nota-se que a escrita de dados no DF63 por parte do supervisório ocorreu da maneira esperada, uma vez que as medidas tomadas pela placa de aquisição se encontram disponíveis no servidor. O mesmo pode ser dito da leitura dos dados ao observar que a temperatura medida, presente no supervisório (Motor\_TT302\_AI.OUT.VALUE), é muito próxima daquela exibida no display do transmissor TT302, mostrado na Figura 6.

Figura 6. Display do transmissor de temperatura TT302.



Uma das preocupações presentes durante o desenvolvimento de todo o *software* estava relacionada ao seu custo de execução. Não seria interessante um programa capaz de adquirir dados e estabelecer comunicação com um servidor que fosse extremamente “pesado” para o processador ou que deixasse o computador lento. A Figura 7 apresenta o resultado obtido.

Figura 7. Desempenho do computador durante a execução do supervisorio.



Utilizando o próprio gerenciador de tarefas do *Windows*, durante a execução do programa, constatou-se o excelente desempenho por parte do supervisorio. Com o uso de apenas 8% da CPU do computador, a capacidade de processamento da máquina não foi comprometida.

## 4 CONCLUSÃO

Neste artigo foram apresentadas as etapas seguidas para o desenvolvimento de um supervisorio que buscou realizar a integração dos dados coletados a partir de uma placa de aquisição e de um servidor que utiliza a tecnologia *Fieldbus*, amplamente difundida na indústria.

A análise dos resultados mostrou o correto funcionamento do programa, sendo ele capaz de receber os sinais do motor, interpreta-los, realizar cálculos e exibir o valor de cada grandeza física de interesse, atualizando em um intervalo de tempo satisfatório para os propósitos. Além disso, também cumpriu com a demanda de acessar os dados de temperatura presentes no servidor e ainda escrever novos dados referentes ao motor.

Dessa forma, qualquer computador ou controlador com acesso ao sistema cliente/servidor OPC, conectado à mesma rede utilizada, poderia ter acesso tanto aos dados de temperatura quanto aos de tensão, corrente e potência ativa do motor.

### AGRADECIMENTOS

Ao departamento de Engenharia Elétrica da UFV por ceder o espaço dos laboratórios e ao CNPq por financiar esse projeto e incentivar a pesquisa no país.

### REFERÊNCIAS

Castro, P. H. G. R. P. Sistema de aquisição de dados de tensões e de correntes trifásicas. Viçosa, 2017.

Measurement Computing. Data Acquisition Handbook: A reference for DAQ and analog & digital signal conditioning. 2012.

Neiva, D. R. Supervisório para o acionamento de motor de indução trifásico utilizando inversor de frequência. Viçosa, 2018.

Niculescu et al. Transmitting data over the network using an OPC server. MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, p. 03002, 2018.

Qing, Liu; Yongsheng, Qiu. Development of OPC server in a remote industrial control system. IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments, IEEE, p. 552-557, 2015.

Schwarz, Michael H.; Börcsök, Josef. A survey on OPC and OPC-UA: About the standard, developments and investigations. XXIV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies, IEEE, p. 1-6, 2013.

Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David J. Rede de computadores. Pearson, 2011.

Teixeira, A. L. Desenvolvimento de um cliente OPC e uma Web Application para disponibilizar informações de plantas industriais na internet. Viçosa, 2017.