

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

INSTRUMENTAÇÃO DO SEPARADOR SÓLIDO-LÍQUIDO PARA REMOÇÃO DE PARTICULADOS APLICADO À INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA¹

CAIO VINÍCIUS JOAQUIM², EDUARDO ANDRÉ MOSSIN³, AFONSO CELSO
TURCATO⁴, RODRIGO PALUCCI PANTONI⁵

¹Apresentado no 7º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP: 29 de novembro a 02 de dezembro de 2016 - Matão-SP, Brasil

²Aluno do curso Técnico em Automação Industrial, Bolsista ITI-B (CNPq), Câmpus Sertãozinho, caio44339@gmail.com

³Professor do Câmpus Sertãozinho, Orientador de Iniciação, emossin@ifsp.edu.br

⁴Professor do Câmpus Sertãozinho, afonso.turcato@ifsp.edu.br

⁵Professor do Câmpus Sertãozinho, Coordenador do Projeto de Pesquisa, rpantoni@ifsp.edu.br

RESUMO: Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa chamado de “Separador sólido-líquido para remoção de particulados aplicado a indústria sucroalcooleira”. Este projeto consiste num processo industrial onde algumas variáveis físicas devem ser monitoradas e controladas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste na pesquisa e especificação de sensores (instrumentos de campo) que são responsáveis pela aquisição e atuação nas variáveis de processo. Basicamente, para a operação do processo, são necessárias as aquisições de variáveis de vazão e pressão, além do ajuste manual da velocidade de uma bomba movida por um motor elétrico. Devido às restrições financeiras e por se tratar de um protótipo inicial, optou-se por utilizar instrumentos simples, projetados especificamente para o uso com a plataforma Arduino e facilmente encontrados em sites de compras na internet. Como

resultado, este trabalho sugere alguns modelos de instrumentos compatíveis com o protótipo desenvolvido e o esquema elétrico de interligação destes com o controlador.

PALAVRAS-CHAVE: instrumentação industrial; aquisição de dados; Arduino.

INSTRUMENTATION OF SOLID-LIQUID SEPARATOR TO REMOVE PARTICULATE APPLIED TO SUGARCANE INDUSTRY

ABSTRACT: This work is part of a research project named “Solid-liquid separator to remove particulate applied to sugarcane industry”. This project consists of an industrial process where some physical variables must be monitored and controlled. The objective of this work is the research and sensor specification (field instruments) responsible for the acquisition and performance in the process variables. Basically, for the process operation, the acquisition of flow and pressure variables are required, in addition to adjust manually the pump speed driven by an electric motor. Due to financial constraints and because it is an initial prototype, it was decided to use simple tools, designed specifically for use with the Arduino platform and easily found on shopping sites on the Internet. As result, this paper suggests some instruments models compatible with the prototype and the wiring diagram of these interconnection with the controller.

KEYWORDS: industrial instrumentation; data acquisition; Arduino.

INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste na pesquisa e especificação de sensores (instrumentos de campo) responsáveis pela aquisição e atuação nas variáveis de processo do projeto de pesquisa “Separador sólido-líquido para remoção de particulados aplicado a indústria sucroalcooleira”, que busca o desenvolvimento e ensaio experimental de um protótipo (piloto) de um separador sólido-líquido (desarenador) para remoção de particulados do caldo de cana, visando suprimir a etapa de lavagem da cana (que precede a moagem). Tal processo visa reduzir o consumo de recursos hídricos e a redução do desgaste dos equipamentos por abrasão

e conseqüente redução da necessidade e custo de manutenção de válvulas, bombas e demais acessórios das tubulações. O projeto está sendo desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Câmpus Sertãozinho em parceria com a empresa Inselli Engenharia & Ciência Aplicada, tendo apoio da empresa Cobra Equipamentos Industriais e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Basicamente, para a operação do processo, são necessárias as aquisições de algumas variáveis de vazão e pressão, além do ajuste manual da velocidade de uma bomba que é acionada por um inversor de frequência em conjunto com um motor elétrico de indução trifásico.

Portanto, este trabalho consiste em definir os instrumentos responsáveis pela medição das vazões e pressões envolvidas na operação do separador sólido-líquido.

MATERIAL E MÉTODOS

Devido às restrições financeiras do projeto e, por se tratar de um protótipo inicial que utiliza uma mistura de água e areia como fluido (ao invés do caldo de cana conforme o projeto original), optou-se por utilizar instrumentos simples, projetados especificamente para o uso com a plataforma Arduino, sendo estes, de baixo custo e facilmente encontrados em sites de compras na internet. Foram utilizados sensores de vazão por efeito *hall*, sensores de pressão manométricos e pressão diferencial.

A área de instrumentação e controle de processos utiliza terminologia própria. Os termos utilizados, além de definirem as características dos sistemas de medição e controle, também definem as características estáticas e dinâmicas dos diversos instrumentos utilizados. Essa padronização permite que fabricantes, usuários, projetistas utilizem uma mesma linguagem (BEGA *et. al.*, 2006).

As normas de instrumentação estabelecem símbolos gráficos e codificações para a identificação alfanumérica de instrumentos ou de funções programadas, que deverão ser utilizadas nos diagramas e malhas de controle de projetos de instrumentação. Neste trabalho, adota-se a simbologia e codificação padronizada pela norma ISA 5.1 – *Instrumentation Symbols and Identification* (ISA, 2016).

Na Figura 1 encontra-se um recorte do diagrama P&ID da planta industrial. Como se trata de um separador sólido-líquido, a equipe do projeto julgou importante analisar as vazões de entrada e saída do separador (FT-1 e FT-2 respectivamente), a pressão diferencial de entrada e saída (PDT-1) e as pressões pontuais de entrada (PT-1) e na saída de particulados (PT-2).

O P&ID (*Piping and Instrumentation Diagram*) representa uma forma de representação gráfica de sistemas dinâmicos, os quais, por meio de símbolos padronizados, mostram as relações funcionais entre os seus diversos componentes, sendo possível, por meio desse método gráfico, entender e restaurar as condições operacionais de um sistema (MORAES e CASTRUCCI, 2007).

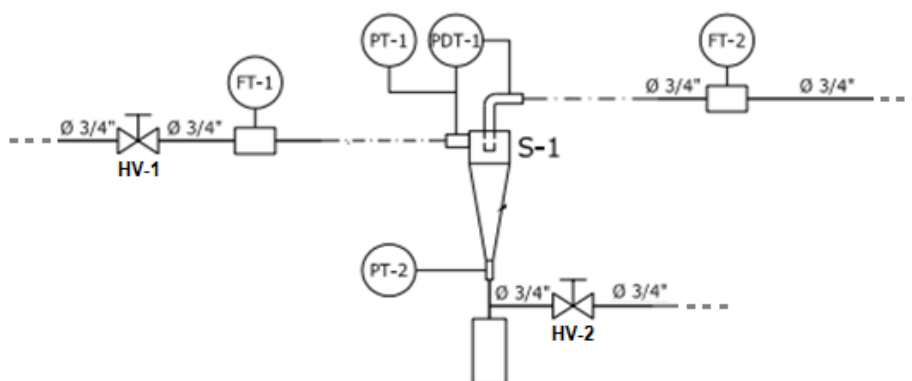


FIGURA 1. Diagrama P&ID parcial do processo.

Analisando-se o P&ID apresentado, é possível verificar a existência de dois transmissores de vazão (FT-1 e FT-2), dois transmissores de pressão manométrica (PT-1 e PT-2) e um transmissor de pressão diferencial PDT-1.

Existem diversos modelos de sensores de vazão e pressão no mercado. Nesse trabalho foram escolhidos modelos de baixo custo e amplamente compatíveis com a plataforma Arduino.

O Arduino é um dispositivo que possui uma linguagem de programação própria, ambiente de desenvolvimento próprio e pode ser fabricado manualmente ou comprado. É composto por portas analógicas e digitais, conexões via USB e fonte externa (ARDUINO UNO, 2016).

O sensor de vazão utilizado consiste de uma válvula plástica, um rotor, e um sensor de efeito *hall*. Quando o fluido passa pelo rotor, ele gira. Sua velocidade de giro é proporcional à vazão do fluido e, o sensor *hall* emite uma sequência de sinais de pulso correspondente a vazão do fluido (G3/4 WATER FLOW DATASHEET, 2016).

O sensor de pressão utilizado consiste em um transdutor piezo-resistivo feito em silício monolítico concebido para operarem em uma ampla gama de aplicações, mais particularmente as que utilizam microcontroladores com entradas analógicas. Sua saída

analógica é proporcional à pressão aplicada sobre o transdutor (MPX5700 DATASHEET, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No protótipo do separador desenvolvido, o fluido considerado é a água com areia em suspensão, com pH neutro na temperatura ambiente, vazão máxima de 1,8 m³/h e com pressão máxima de 2 kgf/cm². A partir dessas condições, foi feita a escolha dos instrumentos a serem utilizados no projeto.

O sensores de vazão escolhidos para o FT-1 e FT-2 são o modelo *G3/4 Water Flow* da empresa SeedStudio. Este sensor trabalha com faixa de tensão 4.5 a 24Vcc, consumo máximo de corrente de 15mA, faixa de trabalho de 1 a 3,6 m³/h, temperatura máxima do fluido de 120°C e pressão máxima de 20 kgf/cm².

Os sensores de pressão escolhidos para o PT-1 e PT-2 são o modelo MPX5700DP da empresa Freescale Semiconductor. Este sensor trabalha com faixa de tensão 4.75 a 5.25Vcc, consumo máximo de corrente de 10mA, temperatura de trabalho de -40 a 125°C e pressão máxima de 28,5 kgf/cm².

No entanto, devido a uma menor faixa de pressão de trabalho e para aumentar a precisão na leitura da pressão, o modelo de sensor escolhido para o PDT-1 foi o modelo MPX5050DP da mesma empresa. Este sensor trabalha com faixa de tensão 4.75 a 5.25Vcc, consumo máximo de corrente de 10mA, temperatura de trabalho de -40 a 125°C e pressão máxima de 2,0 kgf/cm².

Maiores detalhes acerca dos sensores utilizados podem ser encontrados em (G3/4 WATER FLOW DATASHEET, 2016) e (MPX5700 DATASHEET, 2016).

O modelo de Arduino escolhido é o modelo UNO R3. Este modelo trabalha com tensão de operação de 5Vcc, possui 14 pinos GPIO (*General Purpose Input/Output*) e 06 entradas analógicas com resolução de 10 bits (ARDUINO UNO, 2016).

A lista de instrumentos do projeto é demonstrada na Tabela 1.

TABELA 1. Lista de Instrumentos do projeto.

Ite m	Tag	Descrição	Modelo	Fabricante
01	FT-1	Vazão de entrada do fluido	G3/4 Water Flow	SeedStudio
02	FT-2	Vazão de saída do fluido	G3/4 Water Flow	SeedStudio
03	PT-1	Pressão na entrada do separador	MPX5700DP	Freescale
04	PT-2	Pressão na saída de sólidos	MPX5700DP	Freescale
05	PDT-1	Diferença de pressão no separador	MPX5050DP	Freescale

A interligação com o Arduino se dá de forma direta, uma vez que esses sensores são projetados especificamente para trabalharem com essa plataforma. A Figura 2 ilustra o esquema elétrico de ligação destes sensores com o controlador.

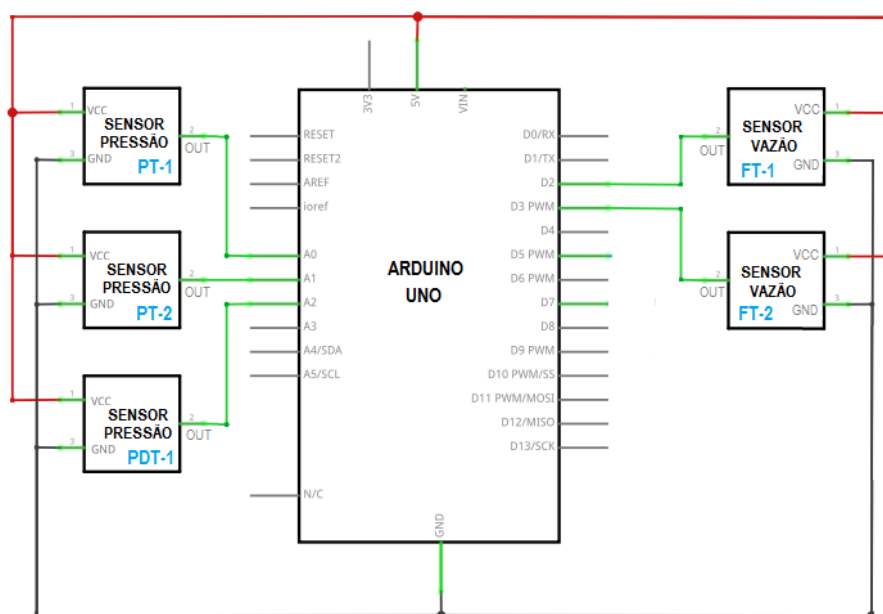


FIGURA 2. Interligação dos sensores com o Arduino.

CONCLUSÕES

Devido às restrições financeiras do projeto e, por se tratar de um protótipo inicial que utiliza uma mistura de água e areia como fluido (ao invés do caldo de cana conforme o projeto original), foram especificados instrumentos compatíveis com as condições do projeto, de baixo custo, facilmente encontrados em sites de vendas pela internet e projetados especificamente para o uso com a plataforma Arduino.

Em testes preliminares realizados com o protótipo, verificou-se que os instrumentos especificados atendem as necessidades do projeto. Contudo, deverão ser substituídos por instrumento de campos comerciais de indústria. Assim, trabalhos futuros serão realizados no sentido de especificar os instrumentos de campo compatíveis com a aplicação final com caldo de cana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que está financiando o projeto de título “Separador sólido-líquido para remoção de particulados aplicado a indústria sucroalcooleira para redução de consumo de recursos hídricos” (processo 468373/2014-4) e as bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ARDUINO UNO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 07 de maio de 2016.

BEGA, E. A; DELMÉE, G. J; COHN, P. E; BULGARELLI, R; KOCH, R.; FINKEL, R. **Instrumentação Industrial**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p.6-14.

G3/4 WATER FLOW DATASHEET. Disponível em: <http://www.seeedstudio.com/depot/g34-waterflow-sensor-p-1083.html?cPath=144_151>. Acesso em: 07 de maio de 2016.

ISA. **S5.1 Instrumentation Symbols and Identification**. Disponível em: <<https://www.isa.org/isa5-1/>>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

MORAES, C. C; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. 2ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007. p.183-187.

MPX5700 DATASHEET. Disponível em: <www.nxp.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX5700.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2016.