Análise do monitoramento inteligente de uma caldeira de combustão de biomassa

Paulo Eduardo Silva Montier, Carlos Teófilo Salinas Sedano

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: paulomontier@live.com

Resumo: A indústria inteligente normalmente conhecida como indústria 4.0 tem como sua pedra angular o uso intensivo de tecnologias modernas tidas como inteligentes em processos industriais. O presente trabalho visa aplicar uma das técnicas da indústria 4.0, o monitoramento inteligente em uma caldeira de combustão de biomassa analisando se os resultados obtidos na prática são condizentes com o que a literatura sobre o tema propõe.
Palavras-chave: Indústria 4.0, monitoramento inteligente, caldeira, biomassa.

Intelligent monitoring analysis of a biomass combustion boiler

Abstract: The smart industry known as 4.0 industry has as its premise the intensive use of modern and smart technologies in industrial processes. The present work aims to apply one of the industry 4.0 techniques, intelligent monitoring in a biomass fuel boiler, analyzing the results obtained in practice are consistent with the literature on the applied theme.
Keywords: 4.0 Industry, intelligent monitoring, boiler, biomass.

Introdução

Conhecida como indústria 4.0 a indústria inteligente se pauta no uso intensivo de tecnologias para a integração do espaço físico com o espaço cibernético criando um sistema ciber-físico onde o processo físico é intimamente ligado aos processos cibernéticos que ocorrem antes, durante ou depois do processo físico em questão. A indústria 4.0 tem como propósito automatizar e elevar a qualidade, a confiabilidade e a performance de sistemas produtivos em escala industrial. A aplicação de técnicas vinculadas a indústria 4.0 em unidades de geração de energia tem se tornado um objeto de estudo e experimentação produtivo. Uma das técnicas que vem sendo empregadas é o monitoramento inteligente. [1]

O domínio da técnica de monitoramento inteligente em unidades de geração de energia convencionais é uma etapa necessária e crucial para a construção de usinas inteligentes. Usinas inteligentes são unidades geradoras de energia que empregam em larga escala tecnologias da indústria 4.0 com a finalidade de produzir energia com a maior eficiência possível, nos aspectos produtivos, ambientais, econômicos e operacionais. [2]

Em caldeiras de combustão convencionais o monitoramento inteligente possibilita uma maior compreensão do processo de combustão. Também possibilita a identificação de intercorrências durante processo e permite a realização de análises da eficiência térmica e da eficiência energética da caldeira. [3]

O monitoramento continuo de uma caldeira é apenas uma parte do monitoramento inteligente. Nos processos inteligentes a análise e o estudo com ferramentas apropriadas dos dados obtidos também constituem uma etapa do monitoramento inteligente. [2]

Estes dados são capturados em intervalos regulares de tempo que podem variar de acordo com o parâmetro observado. Não existe uma regra ou um padrão de tempo para a captura de dados pelos sensores, os intervalos de tempo normalmente são definidos pelas configurações do equipamento de medição ou por suas limitações técnicas. [2]

Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os resultados obtidos através do monitoramento continuo de uma caldeira de combustão de biomassa (bagaço de cana de açúcar) durante o período que vai das 00:00:00 horas do dia 23/07/2018 até as 23:59:59 do dia 23/07/2018.

Material e métodos

A caldeira analisada conta com sensores que realizam medições a cada minuto. São monitorados a vazão do vapor, a pressão do vapor a potência gerada pela turbina (TG1) acionada pelo vapor e a temperatura do vapor. Os dados são então armazenados e exportados para um arquivo de texto.

Antes da análise dos dados foi realizada uma etapa prévia de limpeza dos dados com auxílio de um editor de texto padrão, caracteres desnecessários (espaços em branco) foram removidos e o arquivo de texto foi exportado no formato tabela para o software Calc da suíte LibreOffice. Neste software foi realizada a etapa de análise dos dados e a plotagem dos gráficos.

Resultados

Os resultados do monitoramento continuo inicialmente armazenados em um arquivo de texto, foram convertidos para o formato de tabela e posteriormente representados graficamente. A figura 1 relaciona a vazão do vapor (expressa em toneladas por hora) com a potência gerada pela turbina TG1 (expressa em megawatts), a figura 2 corresponde a relação entre a pressão do vapor (expressa em kgf/cm²) e a potência gerada pela turbina TG1. A figura 3 relaciona a temperatura do vapor (em graus Celsius) com a potência gerada pela turbina TG1. Todas as figuras tratam de análises realizadas durante o período das 00:00:00 às 23:59:00. Para facilitar a visualização dos dados foram exibidos nos gráficos a média das medições no intervalo de tempo de 10 minutos.

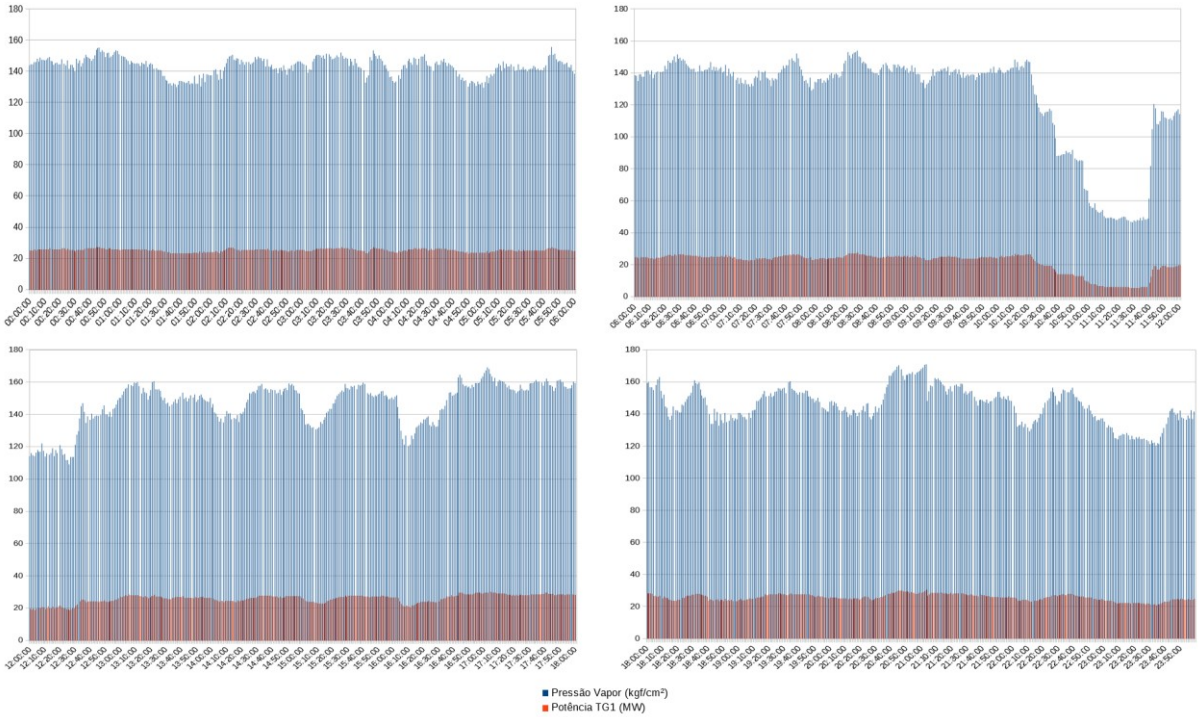

Figura 1. Relação vazão do vapor e potência gerada pela turbina TG1.

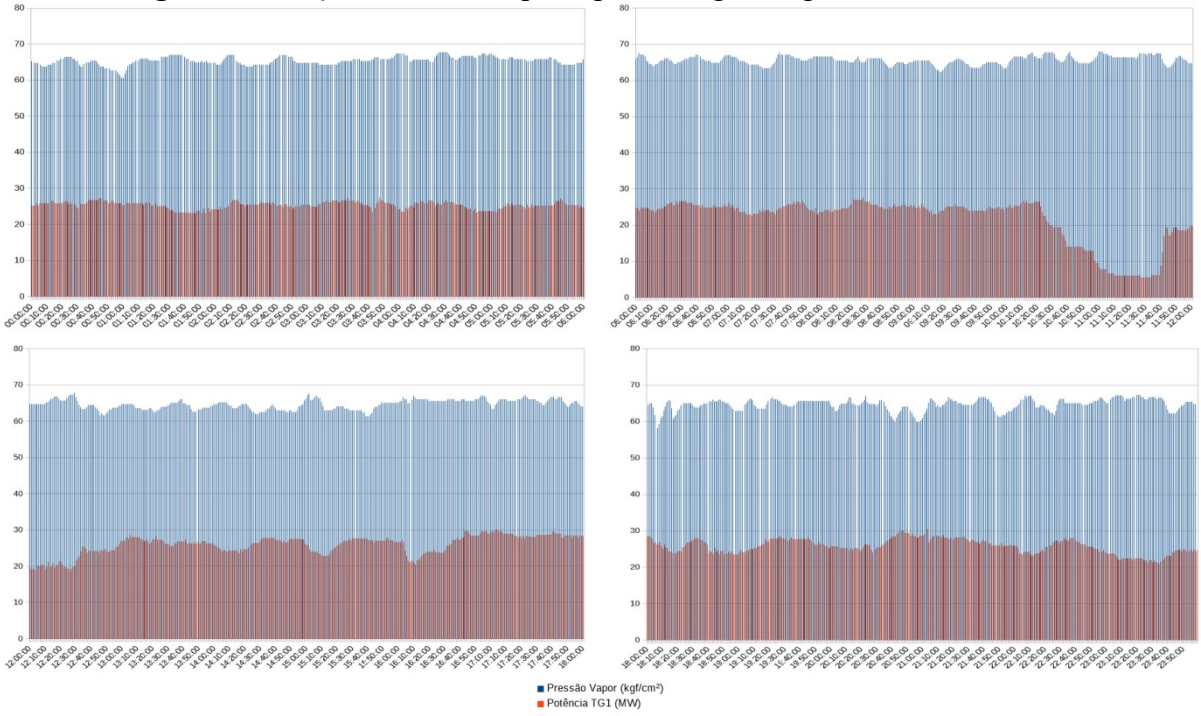

Figura 2. Relação pressão do vapor e potência gerada pela turbina TG1.

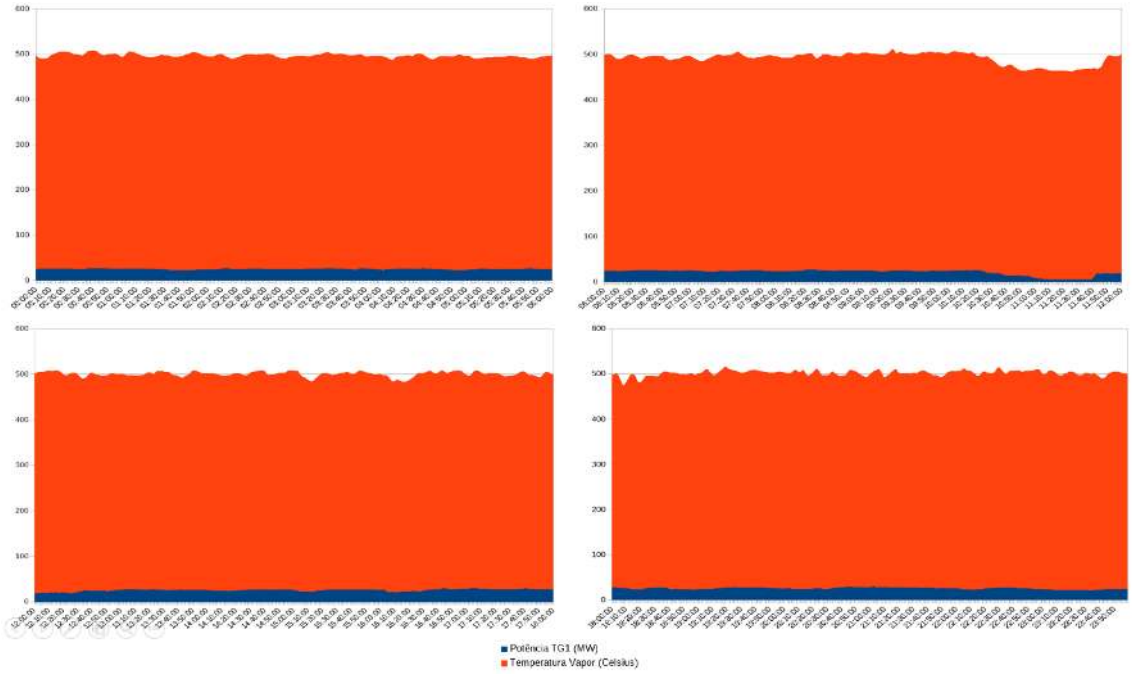

Figura 3. Relação temperatura do vapor e potência gerada pela turbina TG1.

Discussão

Os resultados obtidos através do monitoramento continuo da caldeira de combustão de biomassa e expressos nas figuras de 1 a 3 evidenciam as correlações entre diferentes variáveis da caldeira. As figuras 1, 2 e 3 relatam um mesmo fenômeno, uma queda na potência gerada pela turbina TG1 no entanto na figura 2 se observa que a pressão do vapor não acompanha a queda da potência, oscilando pouco durante o período, o mesmo não ocorre com a vazão do vapor (figura 1) e com a temperatura do vapor (figura 3) um indicativo de que a potência gerada pela turbina está mais ligada com a vazão do vapor e com a temperatura do vapor do que com a pressão do vapor. Na figura 1 no período entre às 10:20:00 e às 10:30:00 é possível observar o início de um processo de queda na vazão do vapor, este período de queda iniciou as 10:20:00 e durou até por volta das 11:40:00 durando cerca de uma hora e vinte minutos. A vazão que as 10:20:00 era 147,38kgf/cm² caiu para 113,11kgf/cm² às 10:30:00 e continuou em queda chegando aos 47,92kgf/cm² às 11:30:00. Durante o período de queda de vazão de vapor houve uma queda percentual de aproximadamente 67,5% levando em consideração as medições de 10:20:00 (início da anomalia de queda de vazão) e 11:30:00 (ponto mais baixo registrado no gráfico). Na figura 3 também são perceptíveis os sinais da queda de temperatura do vapor, a queda se inicia no mesmo período que a queda da vazão do vapor, por volta das 10:20:00 segue até as 11:40:00 com algumas tentativas de retomada de crescimento da temperatura neste período. No entanto a temperatura só volta a crescer após as 11:40:00. A

temperatura que às 10:20:00 é de 497,67ºC cai para 487,56ºC às 10:30:00 e atinge 464,81ºC às 10:50:00. A temperatura se mantém estável com alguns picos de crescimento até às 11:40:00 quando a temperatura registrada é de 469,02ºC. Logo após a temperatura volta a crescer chegando ao patamar de 491,59 às 11:50:00. A queda percentual da temperatura é menor que a da vazão do vapor, enquanto a vazão registrou uma queda de 67,5% a temperatura registrou uma queda de aproximadamente 6,6% levando em consideração as medições de 10:20:00 (início da anomalia de queda de temperatura) e 10:50:00 (ponto mais baixo registrado no gráfico).

A turbina TG1 também começa a apresentar uma queda na potência gerada às 10:20:00. A potência gerada neste horário era de 26,56MW e às 10:30:00 era de 19,39MW. Às 10:50:00 ponto onde a temperatura do vapor registrou sua menor média mostrada no gráfico a potência gerada pela turbina TG1 era de 13,52MW e às 11:30:00 quando a vazão do vapor registrou sua menor média no gráfico a potência gerada era de 5,6MW sendo esta também a menor média de potência registrada no gráfico. No que tange a potência da turbina TG1 a queda percentual foi de aproximadamente 79% superando a queda percentual da vazão do vapor que foi de 67.5%. Apesar de uma pequena oscilação ocorrida entre às 11:30:00 e às 11:50:00 registrada na figura 2 a pressão do vapor não sofreu grandes quedas e mesmo a oscilação mencionada pode não ter relação com a queda de potência da turbina TG1 podendo ser apenas uma oscilação pontual na pressão do vapor.

Conclusão

Os resultados obtidos corroboram com a literatura sobre o tema [1-3] a respeito do monitoramento inteligente, de que ele não só é capaz de acompanhar em tempo real o funcionamento de uma caldeira como também identificar anomalias e mais importante apontar possíveis correlações e causas para as anomalias observadas.

Trabalhos futuros, analiticamente mais precisos podem confirmar e estudar de maneira minuciosa as correlações encontradas neste trabalho.

Referências

1. DENG Jian-Ling, WANG Fei-Yue, CHEN Yao-Bin, ZHAO Xiang-Yang. From industries 4.0 to Energy 5.0: Concept and Framework of Intelligent Energy Systems. Beijing, 2015.
2. ZHOU Huaichun, HU Zhifang, GUO Jianjun, LIU Yuping, ZHAO Wei, CHANGPING, LI Zeyuan, ZHOU Yuanke, ZHANG Yusheng. On-line optimization of coal-fired boiler operation in power plants for smart power generation. Wuhan, 2019.
3. ZHOU Huaichun, FAN Haihong, CHAO Cheng, ZENG Xiongwei, TANG Wen, LIU Xing, TAN Hou Zhang. Analysis of control of total air flowrate following load demand for coal-fired utility boilers. Beijing, 2019.