

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA AO SISTEMA PNEUMÁTICO PARA INDÚSTRIA MOVELEIRA

GERALDO DO CARMO SANTOS OLIVEIRA^{1*}, MARLON ANTÔNIO PINHEIRO²,
JULIANO DANIEL SIMEÃO³ CÍNTIA MARIA CARGOS DE OLIVEIRA⁴

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 99522117 geralducajuru@hotmail.com

² Msc. Professor de Engenharia Mecatrônica, CEFET, Divinópolis-MG. Fone: (37) 32411568, marlonpinheiro@hotmail.com

³ Msc. Professor de Engenharia Mecânica, UIT, Itaúna- MG. Fone: (37) 9102-3939, jdsimeao@gmail.com

⁴ Graduada em Letras, UEMG, Divinópolis - MG. Fone: (37) 99492960, cintiamariac@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência energética do sistema pneumático de uma fábrica de móveis no polo moveleiro de Carmo do Cajuru – MG. Deste modo, o objetivo deste trabalho é identificar e quantificar a energia pneumática utilizada no processo produtivo da indústria de móveis, capacitando-os para identificar oportunidades de redução de custos e de consumo de energia elétrica em seu sistema. Foram realizados diagnósticos sobre o atual sistema de ar comprimido da empresa pesquisada, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria na geração, armazenamento, distribuição e uso final do ar comprimido. Realizou-se levantamentos de dados dos equipamentos, tipo e capacidade dos compressores, aplicação do ar, dimensionamento da atual rede de ar comprimido. Através dos dados coletados, estabeleceram-se valores ideais de pressão e vazão para atender o consumo atual e futuro do ar. Os dados obtidos possibilitaram o equacionamento do custo associado à pressão elevada, custo por queda de pressão de e custo por vazamentos. Para empresa foi criado um novo projeto de sistema pneumático visando eliminar todos os pontos de inconveniência do atual sistema de ar, aumentando assim a eficiência do processo produtivo e eliminando gastos com desperdício de energia elétrica, contribuindo para o aumento da produtividade da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Redução de Custo e Otimização.

ENERGY EFFICIENCY APPLIED TO TYRE SYSTEM FOR INDUSTRY FURNITURE

ABSTRACT: This research aimed to evaluate the energy efficiency of the pneumatic system of a furniture factory in the furniture hub of Carmo do Cajuru - MG. Thus, the objective of this work is to identify and quantify the pneumatic energy used in the production of the furniture industry process, enabling them to identify cost reduction opportunities and electricity consumption on your system. Diagnoses of the current compressed air system of the company studied were performed in order to identify opportunities for improvement in the generation, storage, distribution and end-use of compressed air. Held equipment data collections, type and capacity of compressors, air application, the current compressed air system design. Through the data collected, set up optimal values of pressure and flow to meet the current and future consumption of air. The obtained data enabled the solution to the cost associated with the high pressure value by pressure drop and cost for leaks. For company was created a new pneumatic system design to eliminate all the current air system inconvenience of points, thereby increasing the efficiency of the production process and eliminating spending on energy waste contributing to the increase of the company's productivity.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Cost Reduction and Optimization

INTRODUÇÃO

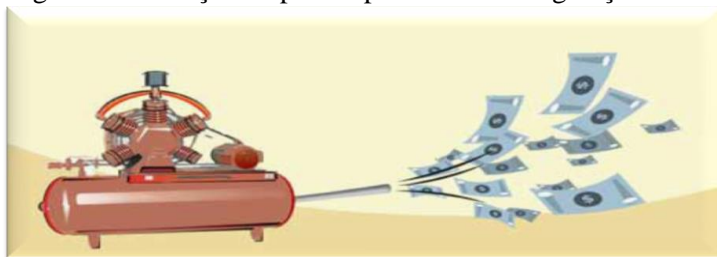
O mercado brasileiro, nas últimas décadas, devido aos constantes avanços tecnológicos, tem passado por muitas transformações, principalmente no que tange à implantação de novas técnicas de eficiência energética. A busca por mecanismos que geram competitividade entre as empresas é cada vez maior, impulsionando uma grande corrida por técnicas inovadoras que aumentam a eficiência dos métodos de desenvolvimento de produtos.

Minas Gerais possui uma das maiores aglomerações de empresas do setor moveleiro do Brasil, representando assim uma grande importância para nossa economia (FIEMG). A cidade de Carmo do Cajuru-MG, concentra uma das maiores aglomerações de fábricas de móveis do estado, com cerca de 80 empresas instaladas no município, gerando aproximadamente 6000 empregos diretos e movimentando aproximadamente 20 milhões de reais mensalmente (SINDMOV).

Entretanto, mesmo com números tão expressivos para o setor, as empresas cajuruenses ainda não possuem uma estrutura voltada para pesquisa controle e aplicação de técnicas que possibilitem a eficiência energética a fim de diminuir custos, aumentar a capacidade competitiva no mercado, e contribuir para o meio ambiente.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência energética do sistema pneumático de uma fábrica de móveis no polo moveleiro de Carmo do Cajuru – MG. Deste modo, o objetivo deste trabalho é identificar e quantificar a energia pneumática utilizada no processo produtivo da indústria de móveis pesquisada, capacitando-os para identificar oportunidades de redução de custos e de consumo de energia elétrica em seu sistema. Esta pesquisa se justifica levando em consideração as necessidades mundiais de criar novas fontes de energia e ou melhorar ao máximo as fontes já existentes, reduzir desperdícios de energia e ampliar a capacidade do sistema pneumático da empresa parceira.

Figura 1. Ilustração de perdas pelo sistema de geração de ar comprimido



MATERIAL E MÉTODOS

O método para desenvolvimento deste trabalho foi utilizando o tipo de pesquisa com base em referências bibliográficas e pesquisa de campo exploratória. Na metodologia desta pesquisa, foram realizados diagnósticos sobre o atual sistema de ar comprimido da empresa pesquisada, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria na geração, armazenamento, distribuição e uso final do ar comprimido. Dentre os temas desenvolvido na empresa parceira podemos destacar os sistema de geração, distribuição e sistemas de uso final de ar comprimido.

O ar comprimido é produzido por compressores pela captação do ar atmosférico e elevação de sua pressão. Um eficiente sistema de geração de ar comprimido é composto de muitos subsistemas. As atividades realizadas envolvendo este sistema foram: Análise do tipo de sistema e verificar se o sistema é eficiente para as atividades desenvolvidas na empresa. Um eficiente sistema de ar comprimido começa pela escolha do compressor mais adequado para cada atividade. A seleção do compressor mais adequado para uma determinada aplicação é função da vazão, pressão e nível de pureza exigida por tal aplicação; Realizaram-se levantamentos de dados dos equipamentos, tipo, localização, pressão de trabalho, estado físico e capacidade dos compressores; Identificação de redução de perdas por pressão de trabalho elevada e por manutenção preventiva inadequada.

A função do sistema de distribuição é transportar o ar comprimido desde os compressores e/ou reservatórios de acumulação até os pontos de uso final. A eficiência neste sistema é determinada pela capacidade de conduzir o ar comprimido com menores perdas possíveis. As atividades realizadas envolvendo o sistema de distribuição foram: Levantamentos dos equipamentos da empresa, aplicação do ar, reservatórios de ar comprimido da empresa, observando o sistema atual de rede de ar comprimido, com seus principais inconvenientes, custos e principalmente sua eficiência; Desenhar todo o sistema de ar comprimido, com a finalidade de arquivo para futuras análise e comparação com as mudanças ocorridas; Calcular perdas pelos vazamentos de ar, quanto custa para a empresa; Realizar Análise das perdas de pressão. Além da redução da pressão do ar comprimido provocado por uma rede de distribuição inadequada (diâmetro da tubulação inferior ao necessário, layout incorreto da tubulação, curvas e conexões em excesso, etc.); Efetuar dimensionamento das redes de distribuição

principal e secundária.

As atividades realizadas envolvendo o Sistema de uso final de ar comprimido foram: Criar fluxograma do processo produtivo, indicando onde o ar comprimido é utilizado; Analisar a demanda de ar em cada ponto de consumo; Realizaram-se levantamentos de dados dos equipamentos, tipo, localização e pressão de trabalho. Identificação de perdas pelo uso impróprio do ar comprimido;

Figura 2. Imagem do sistema de geração de ar comprimido



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicação dos métodos apresentados, uma nova rede de ar foi projetada para a empresa pesquisada, com a finalidade de corrigir todos os problemas provocados por uma rede de distribuição inadequada, decorrente de: diâmetro da tubulação inferior ao necessário, layout incorreto da tubulação, curvas e conexões em excesso e além de provocar redução da pressão do ar comprimido, havendo assim a necessidade do sistema operar com alta pressão. Foram realizados o levantamento dos custos associados ao vazamento de ar comprimido, custos por pressão elevada. A equação a seguir foi utilizada para o equacionamento do diâmetro mínimo da tubulação. Fonte: Arivelto Bustamante Fialho, 2007.

Tabela 1- Dimensionamento da rede principal.

$$D = 10 \times \sqrt[5]{\frac{1,663785 \times 10^3 \times Q^{1,85} \times LT}{\Delta P \times P}}$$

Dados de Referencia: Q= volume de ar corrente :300 m³ /h, já com acréscimo de 30% para expansão futura; LT= 236.06m = [cumprimento retilíneo:177,4m] + [comprimento equivalente:58,66m]; $\Delta P.P$ [Perda de carga admitida= 0,3kgf./cm²] * [Pressão de regime=7kgf./cm²].

Custo Associado ao Vazamento de Ar Comprimido: Os vazamentos de ar comprimido são frequentes e de origens diversas. Representam de 10% a 40% da demanda máxima de ar comprimido de um sistema. Essa variação tão ampla depende da configuração de cada sistema e dos cuidados de manutenção. O desgaste dos equipamentos e acessórios e com o mau uso do ar comprimido constituem as principais causas e perdas. O desgaste de um sistema de distribuição e de seus equipamentos é inevitável. Pode-se analisar esse fenômeno por dois aspectos: sistema principal de distribuição de ar; e sistema secundário acoplado a diversos equipamentos (ELETROBRÁS/PROCEL, 2005).

Tabela 2 - Vazamento através de diferentes orifícios x custo energético

CUSTO DO VAZAMENTO					
Diâmetro do orifício de vazamento (pol)	1/32"	1/16"	1/8"	1/4"	3/8"
m ³ /h vazamento	2,72	10,9	44,2	174,0	397,5
R\$/ano	65,00	260,00	1056,00	4160,00	9500,00

Considerando: P = 7 bar uso = 16h/dia 300 dias/ano (1,0kWh ~ R\$ 0,25)

Para realizar o levantamento dos custos utilizamos planilhas do programa MICROSOFT EXCEL, importante ferramenta usado por engenheiros. Os cálculos foram usados com base nos dados

coletados na empresa pesquisada. Os dados coletados são: Vazão dos compressores: 2,3 m³/min, Tempo em carga: 440 seg., Tempo em alívio: 213,2seg, Vazamento de ar: 1.55 m³/min, Custo do ar comprimido: R\$0,02 m³, tempo em operação: 2323 h/ano. Os Custo associado ao vazamento de ar comprimido são R\$4340,41/ano.

Custo Associado a Pressão Elevada: Os dados coletados são: Vazão do(s) compressor(es)= 2,3 m³/min; Pressão mais alta =11 bar; Pressão mais baixa =7 bar; Número de estágios do compressor =7 estágios; Temperatura ambiente =28°C; Pressão atmosférica=1bar; Expoente da compressão =1,4; Trabalho de compressão (1) = 226,04 kJ/kg; Trabalho de compressão (2) = 187,57 kJ/kg; Custo do ar comprimido = 0,02 R\$ /m³; Tempo de operação = 2323 h / ano. Os custo associado por Pressão Elevada são: R\$1091,07/ ano.

Equacionado os valores dos custos da atual rede de ar (soma dos custos associados a vazamentos e custos associados a pressão elevada) existente na empresa poderemos obter uma economia anual de R\$5.431,48/ano; convertendo esse valor para mês, temos de gasto R\$452.66/mês. Comparando com valor gasto com energia elétrica, tomando como base o mês de setembro de 2012, que é de R\$1468,74, obteremos uma economia de 30,82% no valor gasto com energia elétrica na empresa pesquisada.

Tabela 3 - Custo Associado ao sistema de ar comprimido da empresa.

Tipo de Custo	VALOR	%
Custo Associado ao Vazamento de Ar Comprimido	R\$4340,41/ ano.	79,91%
Custo Associado a Pressão Elevada	R\$1091,07 /ano	20.09%
Total	R\$5431,48 /ano	100%

CONCLUSÕES

No cenário atual de escassez de recursos naturais, a pesquisa e a execução de projeto visando um melhor uso da energia elétrica, comprovam que com o uso racional pode cooperar com a preservação ambiental. A má utilização dos recursos existentes pode levar a um futuro caótico, para que seja possível amenizar esse problema estudos como estas pesquisas se justificam. É certo que um programa voltado para redução de desperdício de energia será muito benéfico para o fluxo de caixa da empresa e no resultado dos lucros ao fim de um ano, além destas benfeitorias está a circulação de dinheiro no mercado, seguido de execução de processos que geram desenvolvimento e emprego.

Conclui-se então, que os trabalhos executados foram de modos em geral guiados pelo pensamento de contribuir com o aumento da eficiência da empresa parceira e contribuir para propagação da pesquisa tecnológica no setor produtivo. Outros resultados não equacionados, também poderão beneficiar a empresa parceira, examinando os fatores de aumento de segurança do sistema e ganhos com uso de energia própria para manutenção dos mecanismos de geração, distribuição e uso final do ar comprimido.

Acredita-se que este projeto esteja atingindo seus objetivos. Espera-se que este trabalho continue sendo desenvolvido e ampliado para os demais empresas que utilizam o ar comprimido como fonte de energia, que também seja aproveitado como exemplo para o desenvolvimento de eficiência de outras fontes de energias e para fins de estudos nas demais áreas da engenharia.

REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério de Minas e Energia.; 2005. *Eficiência Energética em Sistemas de ar Comprimido* Manual Prático ELETROBRÁS/POCEL, Brasília DF, 2005.

Fialho, Arivelto Bustamante. *Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamentos e Análise de Circuitos*/ Arivelto Bustamante Fialho- 5ª Ed- São Paulo; Érica, 2007.

Metalplan. *Manual de Ar Comprimido*. 3ª Ed. 2008

Rollins, John P.; *Manual de Ar Comprimido e Gases / Compressed Air and Gas Institute.*; John P. Rollins, editor; tradução e revisão técnica Bruno Buck.—São Paulo: Prentice Hall, 2004.

Festo.; *Técnicas e Aplicação de Comandos Eletropneumáticos*- EH 222.Festo.[s.n.t.]