

## MÉTODOS DE PROJETO DE SISTEMAS PNEUMÁTICOS: Uma Análise da Flexibilização da Automação Industrial

MAIK CONCEIÇÃO DIAS<sup>1</sup>; JOAB TAVARES FAGUNDES<sup>2</sup>; EDENILTON TEIXEIRA NUNES<sup>3</sup>; RICARDO SILVEIRA DOS SANTOS<sup>4</sup>; JULIA LOPES RODRIGUES<sup>5</sup>; GILSON SIMÕES PORCIÚNCULA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [maikdias02@gmail.com](mailto:maikdias02@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [joabtavaresf02@gmail.com](mailto:joabtavaresf02@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [etn\\_projetos@hotmail.com](mailto:etn_projetos@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ricardodsdossantos@hotmail.com](mailto:ricardodsdossantos@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [julia.lopesrodrigues@hotmail.com](mailto:julia.lopesrodrigues@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gilson.porciuncula@gmail.com](mailto:gilson.porciuncula@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como foco analisar a automação de sistemas utilizando a tecnologia de sistemas pneumáticos na fase conceitual de desenvolvimento de projeto. A proposta é avaliar a implementação de diferentes tipos de tecnologias e métodos de implementação da lógica de sequência do sistema.

Os sistemas pneumáticos são conjuntos de elementos físicos associados que utilizam o ar comprimido como meio de transferência de energia que permite a transmissão e controle de forças e movimentos (BOLLMANN, 1996). A Eletropneumática utiliza a energia elétrica para o acionamento de válvulas direcionais, compondo assim as chamadas eletroválvulas. A Pneutrônica, utiliza controladores lógicos programáveis ou microcontroladores, para o controle e monitorando os componentes pneumáticos (FIALHO, 2007).

A implementação dos circuitos pneumáticos serão desenvolvidos por meio dos métodos de projeto de circuitos sequenciais, esses métodos auxiliam na interpretação, desenvolvimento, tomadas de decisões e manutenção destes sistemas, assim como, viabilizam a diminuição do número de componentes e a determinação correta dos elementos de controle e comando do sistema. A representação dos circuitos foi feita por meio de diagramas funcionais/estruturais conforme norma ISO 1219.

A automação de sistema necessita de estudo prévio sobre os princípios de solução que serão utilizados no sistema ou estrutura mecânica para serem acionados. A Concepção proposta no estudo de caso é um sistema de usinagem e madeira e foram demonstradas a implementação de sistemas pneumáticos, eletropneumáticos e pneumáticos.

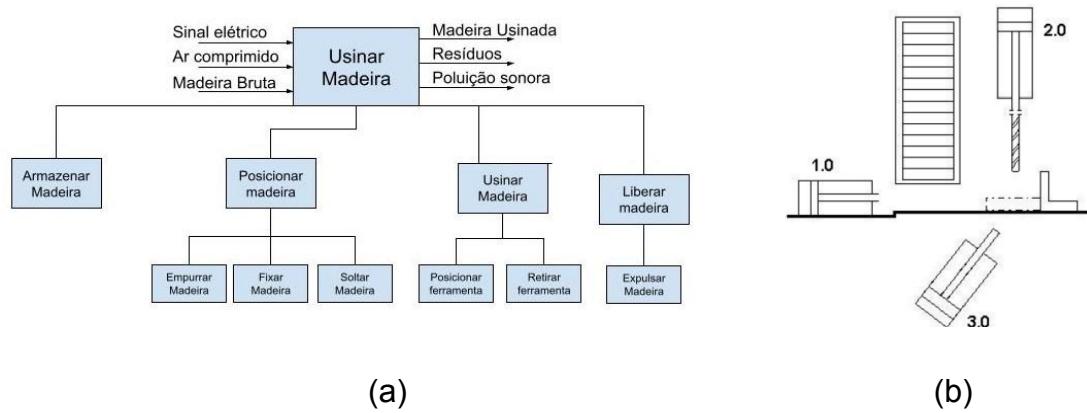
### 2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para este trabalho está baseada na aplicação dos métodos de projeto de circuitos sequenciais na fase conceitual do projeto do sistema a ser automatizado. Os métodos propostos são: método intuitivo, método cascata e o método de sequência mínima.

A estrutura funcional do estudo de caso está representada na Figura 1(a), nesta estrutura é possível identificar as funções parciais do sistema que são: armazenar madeira, posicionar madeira, usinar madeira e liberar madeira. O modelo estrutural da concepção está representada na Figura 1(b), neste é possível identificar o sistema de automação do processo, onde três atuadores pneumáticos desempenharam a função de posicionar, (atuador 1.0) usinar (atuador 2.0) e liberar (atuador 3.0) a madeira.

Para efetivar a implementação do sistema de automação e para que os atuadores desempenhem as funções de forma sincronizada é necessário definir a sequência de movimentos dos atuadores, esta sequência define os avanços e retornos dos atuadores pneumáticos.

Figura 1 - Estrutura funcional e estrutural do sistema de usinagem da madeira



A sequência lógica pode ser representada de diferentes formas, gráfica, por listas ou por representação algébrica, neste caso utilizou-se a representação algébrica. O quadro 1 mostra as definições da representação da sequência algébrica do sistema.

Quadro 1 - Definições e variáveis da sequência algébrica.

Atuadores	Representação Algébrica	Eventos	
1.0	A	Avança	+
2.0	B	Recua	-
3.0	C		

A automação de sistemas por meio de acionamentos pneumáticos pode ser comandado por diferentes tecnologias, o Quadro 2 mostra a relação de dos princípios de soluções dos elementos dos circuitos para cada tipo de tecnologia.

Quadro 2 - Princípios de soluções e as tecnologias pneumáticas.

	Sistemas Pneumáticos	Sistemas Eletropneumáticos	Sistemas Pneutrônicos
Elementos de Trabalho	Atuador pneumático linear de dupla ação		
Elementos de Comando	Válvula direcional 5 ou 4 vias duas posições		
Elementos de Processamento de Sinal	Válvulas E e OU	Relés	Controladores Lógicos Programáveis CLP
Elementos de Sinal	Válvula direcional 3/2	Botoeiras	Sensores

Fonte: adaptado de Bollmann (2007).

Neste quadro é possível perceber que os princípios de soluções para os elementos de sinal, processamento de sinal e o sistema de acionamento da

válvula de comando, variam de acordo com a tecnologia: pneumática, eletropneumática e pneumônica. No entanto, a válvula de comando e os elementos de trabalho, são os mesmos para as três tecnologias.

Para a implementação dos circuitos foi utilizado o software FluidSim versão Demo, o mesmo que serve para simular sistemas pneumáticos, eletropneumáticos e pneumônicos, utilizando componentes de acordo com a Norma ISO 1219.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a implementação da automação definiu-se a sequência lógica de movimentação dos atuadores pneumáticos, de acordo com a função a ser desempenhada no sistema, conforme, Figura 1. A equação 1 mostra a sequência lógica do sistema.

$$A + B + B - A - C + C - \quad (1)$$

Os métodos Intuitivo e o cascata são utilizados para sistemas puramente pneumáticos. O método intuitivo consiste em estabelecer algumas diretrizes para a construção de diagramas, mas a seleção de válvulas e Interconexões são dependentes da experiência do projetista. Regras bem estabelecidas fazem parte do método cascata, que por sua definição consiste em cortar a alimentação de ar comprimido dos elementos de sinal que estiverem provocando uma contrapressão (bloqueio) na pilotagem de válvulas de comando. Este método consiste em dividir a sequência lógica do sistema, Equação 1, em grupos de movimentos, sem que ocorra a repetição de movimento de qualquer atuador no mesmo grupo. A Figura 2 apresenta a implementação deste dois métodos.

O método sequência mínima, foi utilizado para o sistema eletropneumático, no qual memórias auxiliares de relés realizam a função selo de grupos, sendo a sequência lógica do sistema dividida em grupos onde não ocorram sobreposição de sinais elétricos a Figura 3 mostra a implementação e o circuito sequência mínima. A mesma lógica foi utilizada na implementação do sistema pneumônico, onde essas regras foram utilizadas para a programação em Ladder do Controladores lógicos programáveis (CLP).

Figura 2- Implementação do sistema (a) método intuitivo (b) método cascata

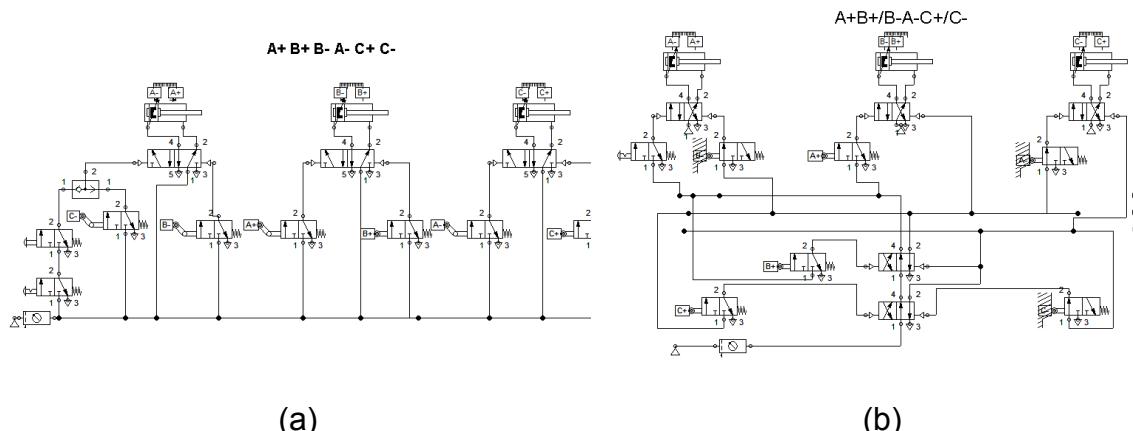
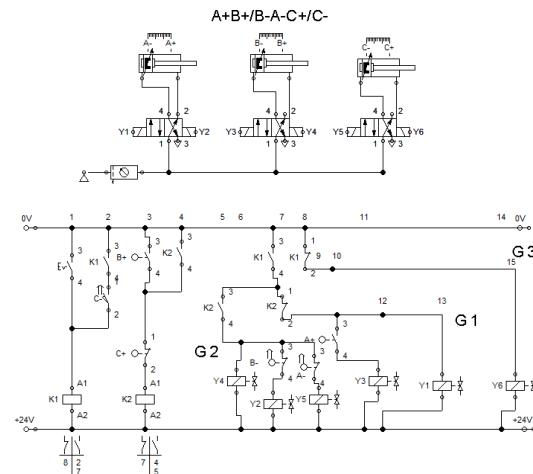


Figura 3 - Sistema eletropneumático (a) implementação (b) método sequência mínima



(a)

(b)

Avaliando as concepções de implementação dos sistemas pneumáticos utilizando diferentes sistemas de controle de sinal e processamento de sinal, percebe-se que os pelo método intuitivo e cascata, de acordo com Figura 2 apresenta 15 componentes pneumáticos enquanto o sistema eletropneumático e pneumônico apresentam apenas 6 componentes pneumáticos. Além disso, os sistemas pneumáticos dispensam os relés elétricos. Nestes casos, percebe-se que, quanto mais se implementa a tecnologia eletrônica em sistemas pneumáticos, estes sistemas se tornarem mais confiáveis, com o menor custo de manutenção, além de se tornarem sistemas mais flexíveis.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com as análises apresentadas com a automação do estudo de caso com diferentes métodos de controle de sinal, é possível concluir que na tecnologia de eletropneumática e pneumônica, por reduzirem os componentes tornam o sistema mais simples, aumentando sua confiabilidade, melhor recursos de reparo caso seja necessário e diminui o seu custo. Principalmente no caso do CLP que usou uma lógica de programação sendo assim, torna-se mais flexível, possibilitando diferentes tipos de controle do sistema de atuação. Enfim, em tempos de indústria 4.0, podemos conciliar as vantagens dos atuadores pneumáticos com a confiabilidade e flexibilidade de sistemas eletrônicos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLLMANN, Arno. **Fundamentos da Automação Industrial Pneumônica**. 1. Ed., São Paulo: Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1996. 278p

FIALHO, A. B., **Automação hidráulica - projetos, dimensionamento e análise de circuitos**, 5a.ed, Érica, 2007.