



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA- FEELT**

AMANDA CAETANO ALVARENGA - 11921EAU004
JOÃO PEDRO DIAS LIMA - 11921EAU003
KESLLEY BRITO RAMOS - 11921EAU002

**GRUPO 7- FLUIDSIM:
Cartesian Gantry Robot com Ventosa**

**Uberlândia- MG
Abril/2025**



AMANDA CAETANO ALVARENGA
JOÃO PEDRO DIAS LIMA
KESLLEY BRITO RAMOS

**GRUPO 7 - FLUIDSIM:
Cartesian Gantry Robot com Ventosa**

Trabalho de simulação no Fluidsim
apresentado como requisito para
conclusão das atividades de
simulação da disciplina Sistemas de
Controle Hidráulico e Pneumático pela
Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Prof. João Cicero da Silva



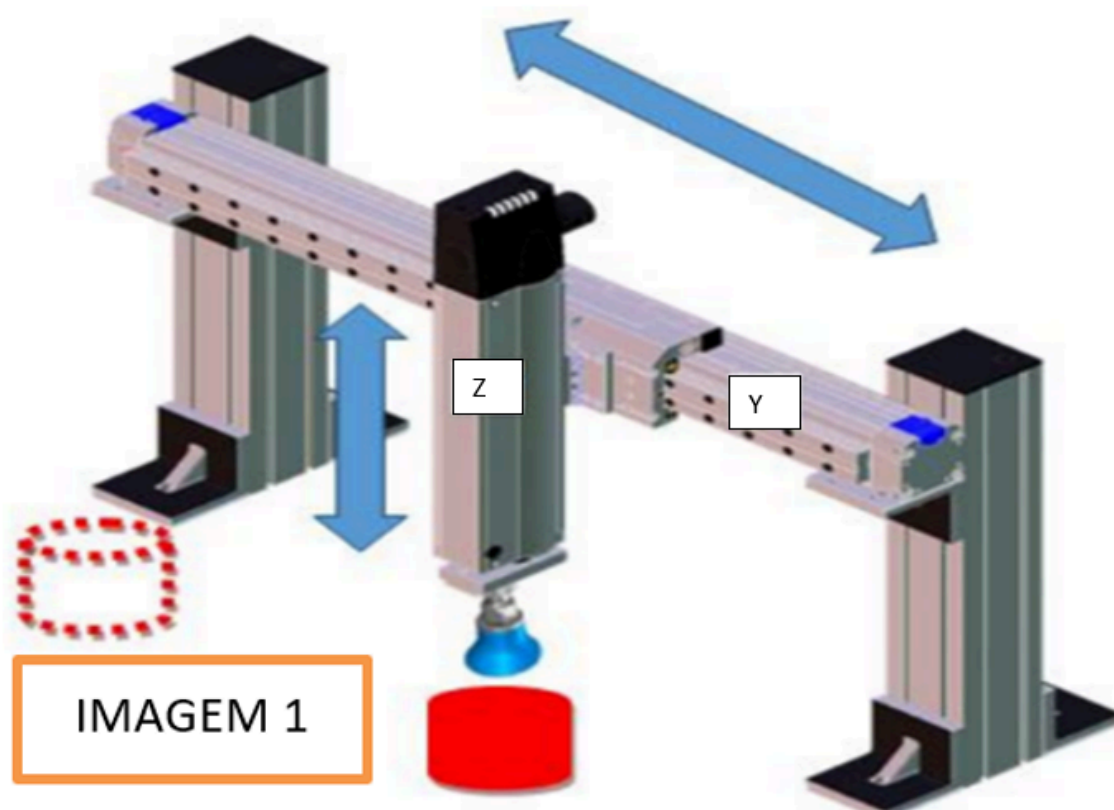
SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	4
DESENVOLVIMENTO.....	7
CONCLUSÃO.....	8
REFERÊNCIAS.....	9
ANEXOS.....	10

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a simulação de um sistema pneumático baseado em um manipulador cartesiano de dois eixos (também chamado de robô cartesiano ou *cartesian gantry robot*), operando nos eixos Y e Z como mostra a figura 1. O sistema tem como objetivo realizar movimentos de translação linear para manipulação de peças de forma automatizada. A simulação será realizada no software FluidSIM, utilizando componentes pneumáticos para controlar a movimentação.

Figura 1 - Manipulador Cartesiano de Dois Eixos



Fonte: atividade “G7 - FS”

este tipo de sistema é amplamente utilizado em aplicações industriais, como:

- Paletização
- Montagem automatizada
- Manuseio de peças
- Operações de pick and place

O dispositivo é composto por uma estrutura base que sustenta dois cilindros pneumáticos lineares: um para o deslocamento no eixo Y (horizontal) e outro para o eixo Z (vertical). A extremidade do cilindro Z é equipada com uma ventosa pneumática, responsável pela captura e movimentação dos objetos. O controle da sequência de movimentos poderia ser realizada de diversas formas como:

- Comando manual
- Método intuitivo (fim de curso acionando atuadores diretamente)^[1]
- Método passo-a-passo^[1]
- Método cascata^[1]
- Grupos de comando (TAA-TAB, temporizador, ...)
- CLP e Válvulas pilotadas por solenóides^{[1][2]}

Para este trabalho foi adotado o método passo-a-passo implementado com grupos de comando TAA-TAB para o controle sequencial pneumático devido à sua alta escalabilidade e facilidade para adaptações.

2 - DESENVOLVIMENTO

A tabela a seguir apresenta os principais componentes utilizados no sistema:

Tabela 1 - Tabela de Componentes Essenciais

Componente	Descrição	Função Principal
Estrutura Base	Perfis de alumínio ou aço.	Suporte e estabilidade do robô.
Cilindro Pneumático Eixo Y	Cilindro linear pneumático horizontal.	Movimento no eixo Y (frente ↔ trás).
Cilindro Pneumático Eixo Z	Cilindro pneumático vertical (de dupla ação).	Movimento no eixo Z (subida/descida).
Ventosa a vácuo	alimentada por ar comprimido.	Agarrar e mover objetos.
Válvulas Solenoides	Válvulas elétricas que controlam o fluxo de ar.	Comando elétrico indireto
Módulos Sequencial Passo-a-Passo (Stepper module TAA, TAB)	método adotado para o controle pneumático sequencial	Coordenação e automação dos movimentos.
Sensores de Posição Pneumáticos	Sensores de fim de curso instalados nos cilindros.	Detectar posição final e inicial do cilindro
Unidade de Ar (FRL)	Conjunto de filtro, regulador e lubrificador de ar comprimido.	Preparação adequada do ar para o sistema.

Fonte: autores

A tabela a seguir indica a representação cronológica do funcionamento do sistema pneumático indicando as fases ou passos de 8 movimentos e suas representações algébricas, abordando o passo a passo típico do ciclo de operação.

Tabela 2 - Cronologia de Operação do Sistema Pneumático/ Tabela de fases ou passos para 8 movimentos

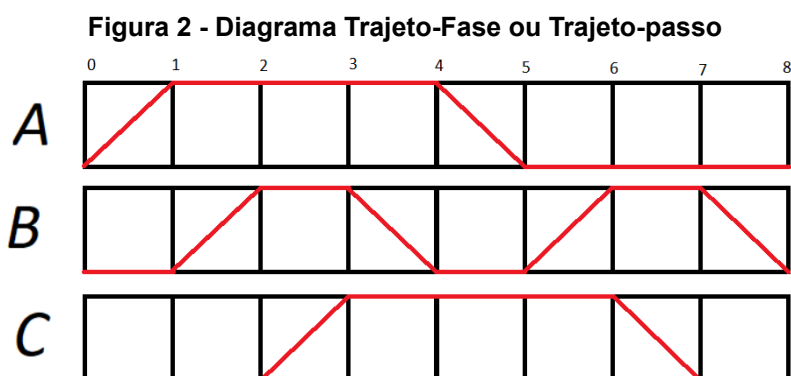
Passo	Descrição da Ação	Detalhes Técnicos
0	Ponto inicial (todos os cilindros recolhidos)	Sistema pronto para iniciar o ciclo.

1	Movimento no eixo Y (A+)	Cilindro A estende para alinhar sobre o objeto.
2	Descida no eixo Z (B+)	Cilindro B estende, levando a ventosa até o objeto.
3	Ativação da ventosa (C+)	Ventosa suga e segura o objeto.
4	Subida no eixo Z (B-)	Cilindro B recolhe, levantando o objeto.
5	Movimento reverso no eixo Y (A-)	Cilindro A recolhe, movimenta-se para o destino.
6	Descida no eixo Z (B+)	Cilindro B estende novamente para descer o objeto.
7	Desativação da ventosa (C-)	Solta o objeto no local correto.
8	Subida final no eixo Z (B-)	Cilindro B recolhe, voltando à posição inicial.
9	Ciclo reinicia	Pronto para pegar o próximo objeto, operação semi-automática (movimentação uma peça) ou automática (movimentação de várias peças) selecionada por comando elétrico

Fonte: autores

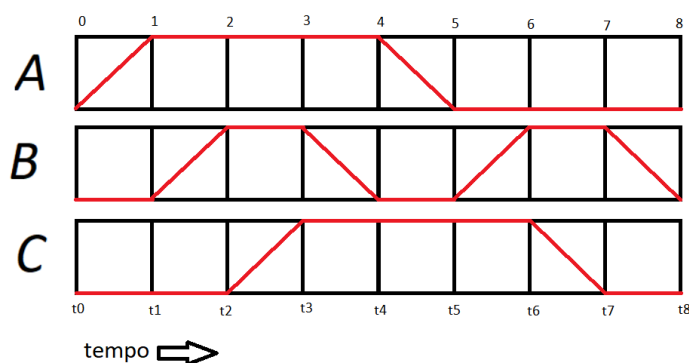
Equação algébrica final: $A+B+C+B-A-B+C-B-$

Com base na Tabela de Fases e na equação algébrica dos movimentos ($A+B+C+B-A-B+C-B-$) são obtidos os seguinte diagramas:

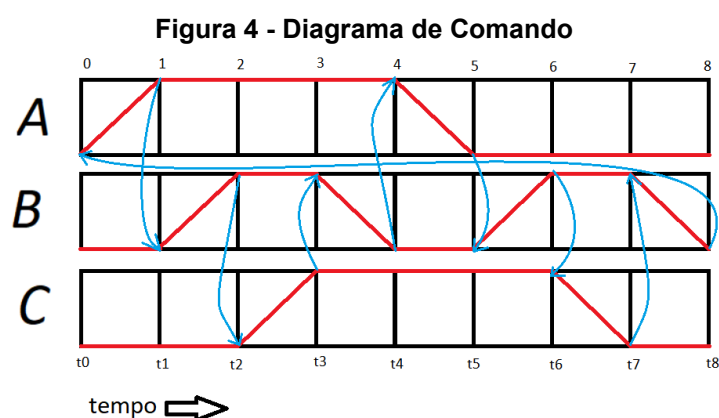


Fonte: autores

Figura 3 - Diagrama Trajeto-Tempo (sem variações nos intervalos)



Fonte: autores



Fonte: autores

Figura 5 - Layout Real do Circuito

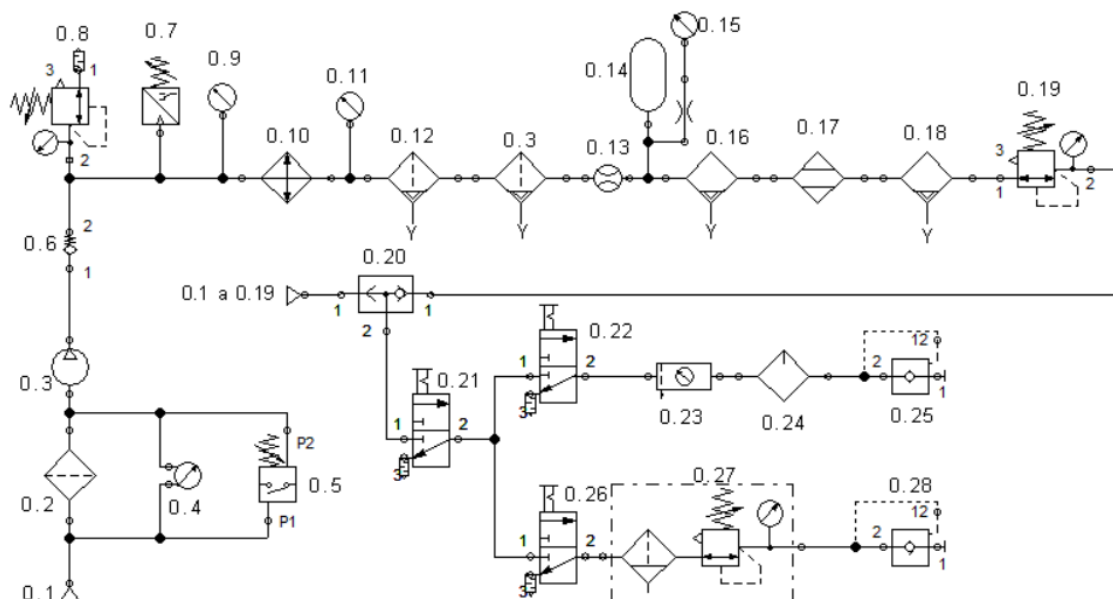


Fonte: <https://www.automatedwarehouseonline.com/festo-introduces-heavy-duty-gantry-system-palletizing/>

O desenvolvimento da simulação sistema pneumático foi dividido em 6 folhas para melhor organização, na qual a FL. 1 se trata da fonte pneumática. A seguir estão algumas opções de fontes recomendadas para a implementação.

Figura 6 - Fonte Pneumática Completa (FL. 1-6)

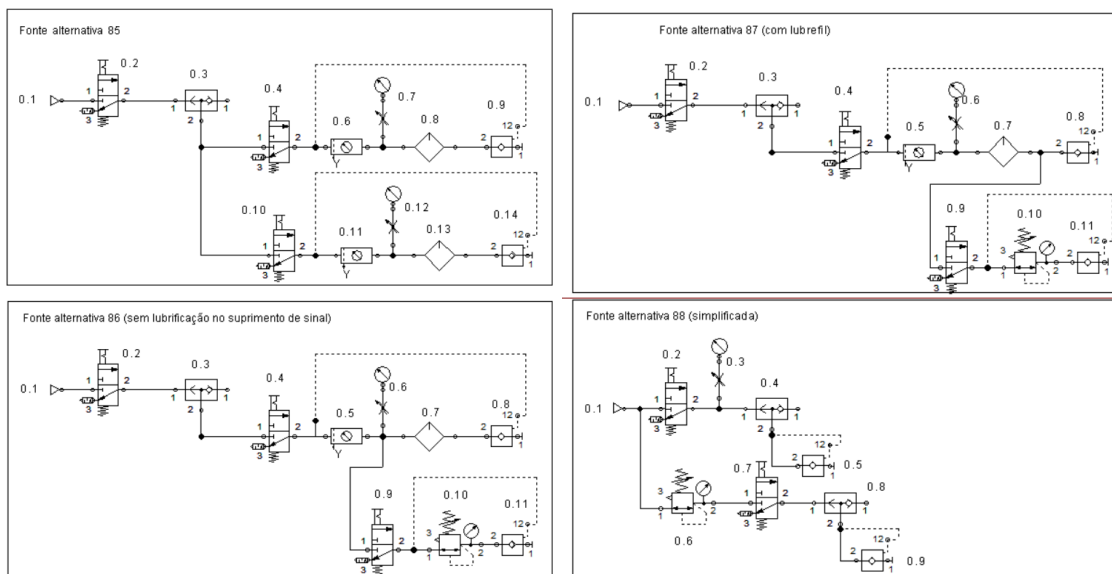
Diagrama Fonte completa (básica) - Simulação FL 1/6



Fonte: autores

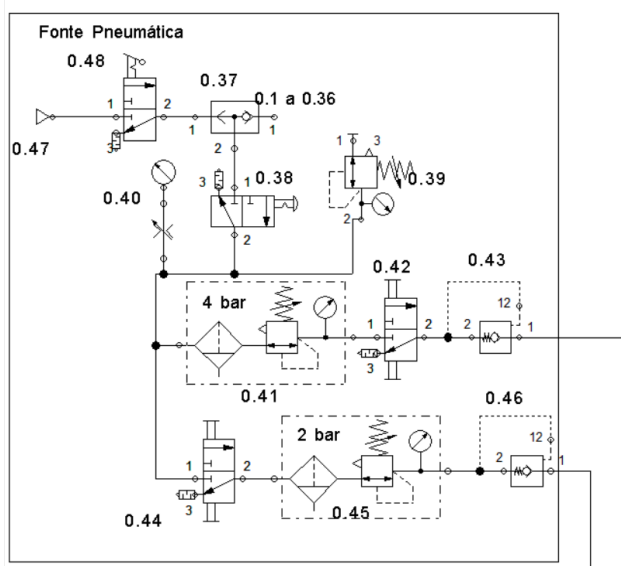
Figura 7 - Fonte Pneumática Alternativa

Diagrama Fonte Pneumática alternativa



Fonte: autores

Figura 8 - Fonte Pneumática Utilizada (simplificada)



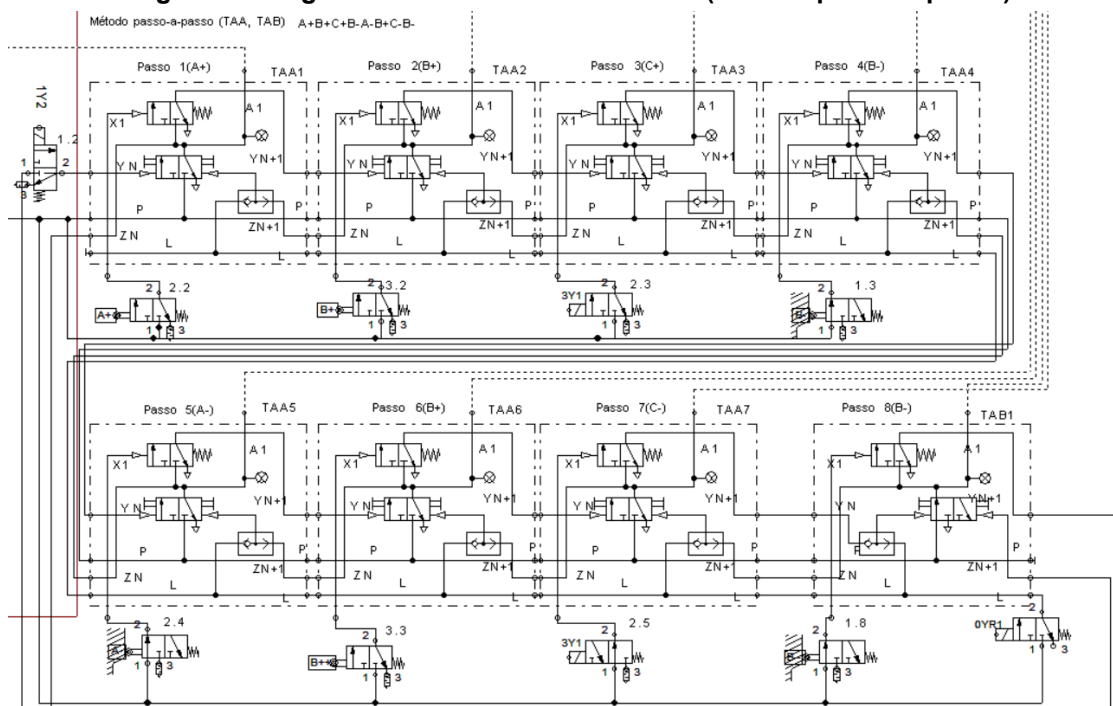
Fonte: autores

Tabela 3 - Data Sheet ou Folha de Dados

item	tag	descrição	função	configuração	Marca/fab.	obs
...			

Fonte: autores

Figura 7 - Diagramas Gráficos de Movimento (Método passo-a-passo)



Fonte: autores

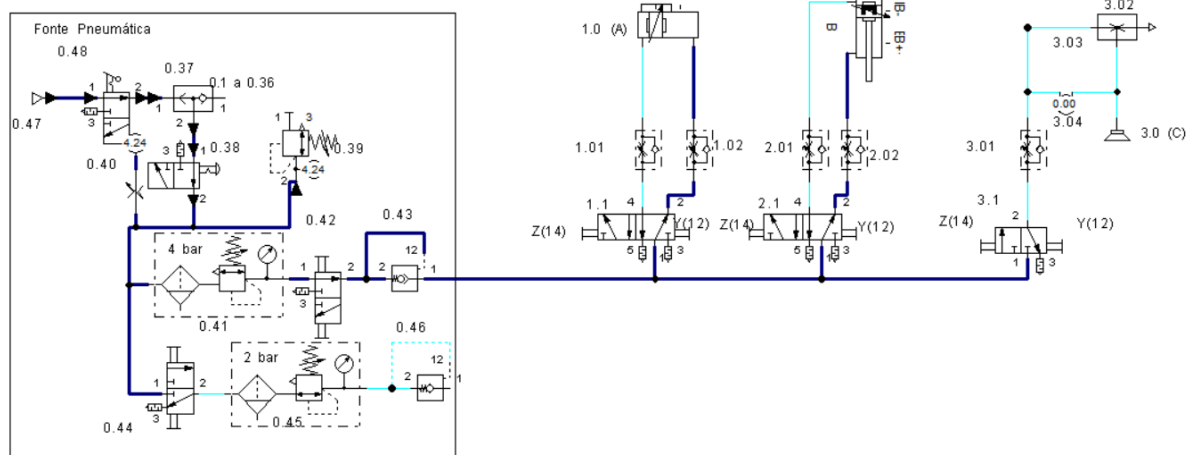
A seguir são apresentados os diagramas desenvolvidos para os seguintes acionamentos:

- Diagrama Pneumático Direto por Ação Mecanizada (FL. 2-6)
- Diagrama Pneumático Indireto por Ação Mecanizada (FL. 3-6)
- Diagrama Pneumático Indireto por Ação Automatizada ou Semi-Automática (FL. 4-6)
- Diagrama Pneumático Indireto por Ação Automática e Comando Elétrico Indireto (FL. 5-6)
- Diagrama Pneumático Indireto de Emergência e Comando Elétrico com Emergência Eletropneumática (FL. 6-6)

Para os diagramas com ação semi-automática em diante foi adotado o método passo-a-passo com o uso de TAA-TAB^{[3][5]} (fluidSIM: valve groups → stepper module) devido à sua alta escalabilidade e facilidade de adaptação.

Figura 8 - Operação mecânica direta (FL. 2/6)

G7 FS Circuito1 - Robô Cartesiano com Ventosa : A+B+C+B-A-B+C-B-
operação direta mecanizada (Folha 2-6)



Fonte: autores

Tabela 4 - Planilha de Sequência ou Sequência de Comando com Ação Mecanizada Direta:

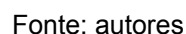
A+B+C+B-A-B+C-B-

ITEM	PASSO OU FASE	ACIONAMENTO	EL. DE SINAL	EL. AUX. DE SINAL	EL. DE COMANDO E CONTROLE	EL. AUX DE CONTROLE	EL. DE TRABALHO(ATUADOR)	OBS
1	0-1	Manual	NA	NA	Z(14)-1.1	1.01(MI)	1.0(avanço moderado)	
2	1-2	Manual	NA	NA	Z(14)-2.1	2.01(MI)	2.0(avanço moderado)	
3	2-3	Manual	NA	NA	Z(14)-3.1	3.01(MI)	3.0(ON)	
4	3-4	Manual	NA	NA	Y(12)-2.1	2.02(MI)	2.0(retorno moderado)	
5	4-5	Manual	NA	NA	Y(12)-1.1	1.02(MI)	1.0(retorno moderado)	



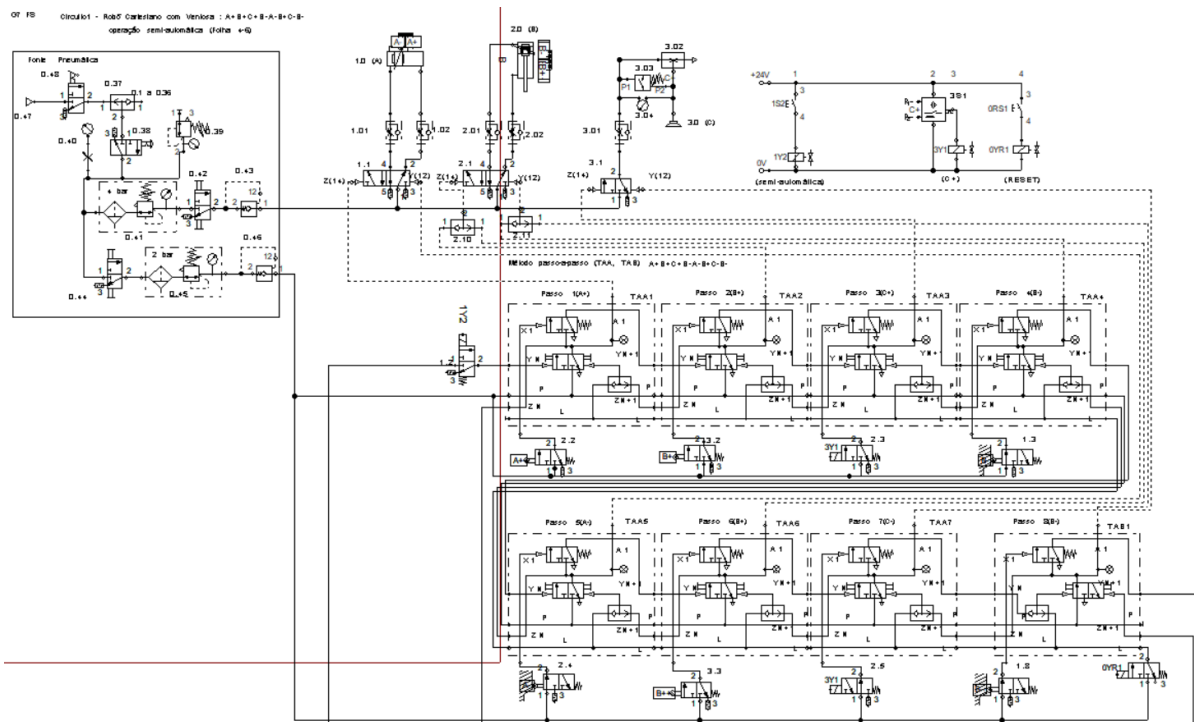
Fonte: autores

G7 FS Circuito1 - Robô Cartesiano com Ventosa : A+B+C+B-A-B+C-B-
operação indireta mecanizada (Folha 3-6)



Fonte: autores

Figura 10 - Operação semi-automática com comando elétrico (FL. 4/6)



Fonte: autores

**Tabela 6 - Planilha de Sequência ou Sequência de Comando com Ação Semi-Automático:
A+B+C+B-A-B+C-B-**

ITEM	PASSO OU FASE	ACIONAMENTO	EL. DE SINAL	EL. AUX. DE SINAL	EL. DE COMANDO E CONTROLE	EL. DE CONTROLE	EL. DE TRABALHO (ATUADOR)	OBS
1	0-1	IHM	1.2	1.4, TAA1, TAB1	Z(14)-1.1	1.01(MI)	1.0(avanço moderado)	comando elétrico 1S2, 1Y2
2	1-2	1.0	2.2	TAA2, 2.10	Z(14)-2.1	2.01(MI)	2.0(avanço moderado)	
3	2-3	2.0	3.2	TAA3	Z(14)-3.1	3.01(MI), 3.02, 3.03, 3.04, 3S1, 3Y1	3.0(ON)	necessário a ventosa pegar algo para seguir para o próximo comando
4	3-4	3.03	2.3	TAA4, 2.11	Y(12)-2.1	2.02(MI)	2.0(retorno moderado)	
5	4-5	2.0	1.3	TAA5	Y(12)-1.1	1.02(MI)	1.0(retorno moderado)	
6	5-6	1.0	2.4	TAA6, 2.10	Z(14)-2.1	2.01(MI)	2.0(avanço moderado)	
7	6-7	2.0	3.3	TAA7	Y(12)-3.1	3.02, 3.03, 3.04, 3S1, 3Y1	3.0(OFF)	
8	7-8	3.03	2.5	TAB1, 2.11	Y(12)-2.1	2.02(MI)	2.0(retorno moderado)	

Fonte: autores

Figura 11 - Operação automática com comando elétrico (FL. 5-6)

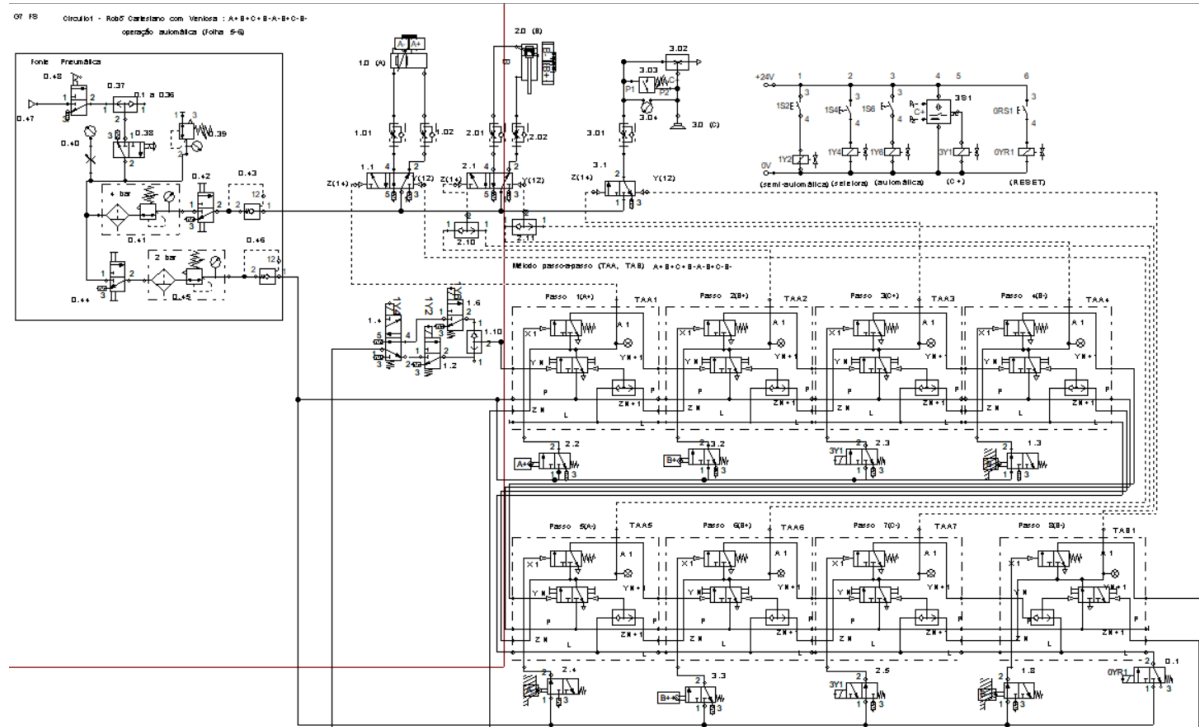
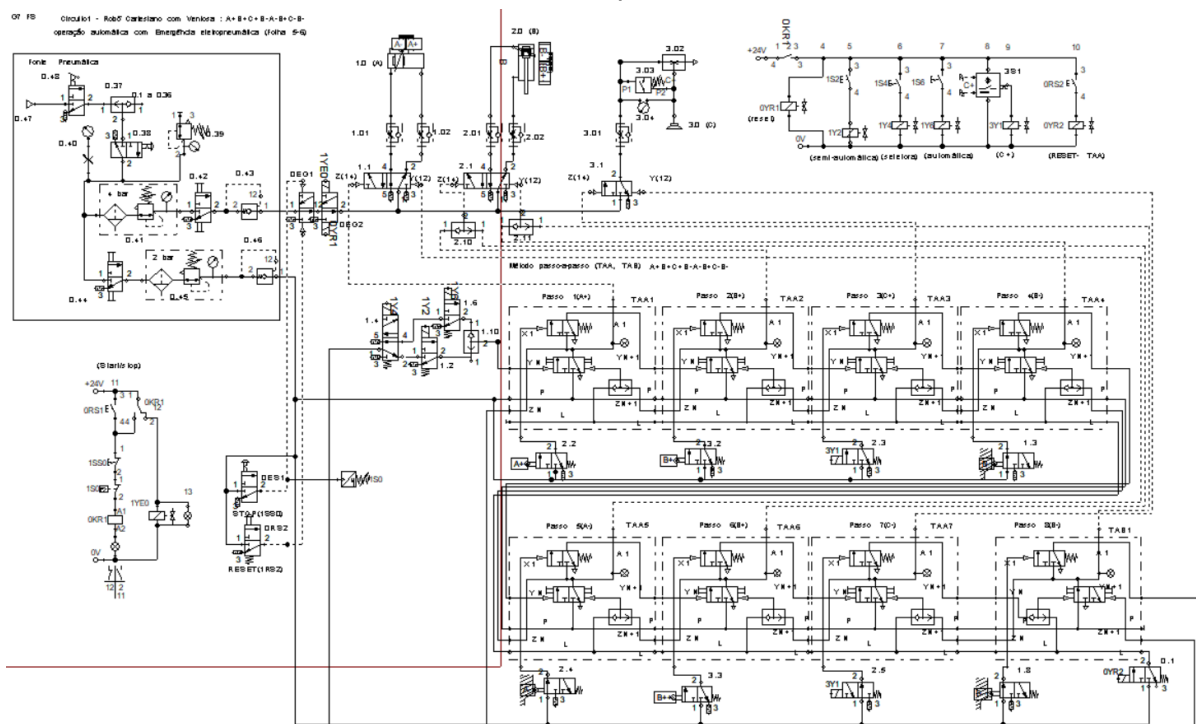


Figura 12 - Operação automática com comando elétrico e emergência eletropneumática (FL. 6/6)



Fonte: autores

Tabela 8 - Planilha de Sequência ou Sequência de Comando com Ação Automática e Emergência Elétrica e Pneumática: A+B+C+B-A-B+C-B-

ITEM	PASSO OU FASE	ACIONAMENTO	EL.DE SINAL	EL. AUX. DE SINAL	EL. COMANDO DE CONTROLE	EL. AUX. DE CONTROLE	EL. DE TRABALHO (ATUADOR)	OBS
1	0-1	IHM	1.2	1.4, TAA1, TAB1	Z(14)-1.1	1.01(MI)	1.0(avanço moderado)	comando elétrico 1S2, 1Y2 (ciclo único)
2	1-2	1.0	2.2	TAA2, 2.10	Z(14)-2.1	2.01(MI)	2.0(avanço moderado)	ciclo único
3	2-3	2.0	3.2	TAA3	Z(14)-3.1	3.01(MI), 3.02, 3.03, 3.04, 3S1, 3Y1	3.0(ON)	necessário a ventosa pegar algo para seguir para o próximo comando (ciclo único)
4	3-4	3.03	2.3	TAA4, 2.11	Y(12)-2.1	2.02(MI)	2.0(retorno moderado)	ciclo único
5	4-5	2.0	1.3	TAA5	Y(12)-1.1	1.02(MI)	1.0(retorno moderado)	ciclo único
6	5-6	1.0	2.4	TAA6, 2.10	Z(14)-2.1	2.01(MI)	2.0(avanço moderado)	ciclo único
7	6-7	2.0	3.3	TAA7	Y(12)-3.1	3.02, 3.03, 3.04, 3S1, 3Y1	3.0(OFF)	ciclo único
8	7-8	3.03	2.5	TAB1, 2.11	Y(12)-2.1	2.02(MI)	2.0(retorno moderado)	ciclo único
9	8-0	2.0	1.8	1.2, 1.4, 1.6, 1.10	Idem aos itens 1 a 8	Idem aos itens 1 a 8	Idem aos itens 1 a 8	Seletora (1.4)
10	0-8	AUT	1.8	1.2, 1.4, 1.6, 1.10				Ciclo Contínuo
11		IHM, 1S0	1SS0		1YE0-0EG2		Bloqueio 1.0, 2.0 e 3.0	Emergência Elétrica



12		IHM	0RS1		0YR1-0EG2	0KR1	Desbloqueio 1.0, 2.0 e 3.0	Aplicar NR12 (recomendado retornar a seletora para semi-automática antes)
13		IHM	OES1		1E0-OEG1		Bloqueio 1.0, 2.0 e 3.0	Emergência Pneumática
14		IHM	ORS2		1R2-0EG1		Desbloqueio 1.0, 2.0 e 3.0	Aplicar NR12 (recomendado retornar a seletora para semi-automática antes)

Fonte: autores



3 - CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permitiu consolidar os conhecimentos sobre sistemas pneumáticos de controle sequencial aplicados em manipuladores cartesianos. Através da simulação no software FluidSIM, foi possível projetar e implementar um sistema funcional utilizando o método passo-a-passo com módulos TAA-TAB, demonstrando a eficácia dessa abordagem para controle automatizado de movimentos lineares em ambientes industriais.

Foram explorados diferentes modos de operação (manual, semi-automático e automático), além de sistemas de segurança com atuação em emergências elétricas e pneumáticas, o que reforçou a importância de pensar a automação de forma completa e segura. O estudo detalhado dos diagramas de comando, sequências de acionamento e integração dos componentes mostrou a complexidade prática envolvida na automação de processos simples, como o pick and place.

Com isso, o projeto atendeu ao objetivo proposto, evidenciando a relevância do conhecimento de sistemas de Controle Hidráulico e Pneumático para aplicações industriais modernas e abrindo caminhos para melhorias futuras, como a ampliação da sequência de movimentos ou a adaptação para outros métodos de controle como cascata ou CLPs (controladores lógicos programáveis).



4 - REFERÊNCIAS

- [1] CEARÁ. Secretaria da Educação. **Mecânica: acionamentos hidráulicos e pneumáticos**. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/mecanica_acionamentos_hidraulicos_e_pneumaticos.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [2] **Automação industrial e manufatura**. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/automacao-industrial-e-manufatura-pdf-free.html>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- YOUTUBE. **Ventosa vácuo fluidSIM**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0WMjvuW_BNs. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [3] **Métodos de resolução para circuitos sequenciais**. Disponível em: <https://hidraulicaepneumatica.com/metodos-de-resolucao-para-circuitos-sequenciais/>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [4] UTFPR. **Simbologia pneumática – ISO 1219-1**. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/luizotavio/disciplinas/hidraulica-e-pneumatica-contr ole-e-automacao/material-de-aula/Simbologia%20pneumatica%20-%20ISO%201219-1.pdf/view>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [5] YOUTUBE. **Método Passo a Passo Industrial**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Dd_yXkBBQfq4. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [6] YOUTUBE. **Sequência de Movimentos - Curso de Pneumática Básica**. Disponível em: <https://youtu.be/xEfEBR3oX20>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [7] FESTO. **Módulo sequencial passo a passo**. Disponível em: https://www.festo.com/br/pt/p/modulo-sequencial-passo-a-passo-id_PROD_DID_152885/. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [8] FESTO. **Estágios do ciclo**. Disponível em: https://www.festo.com/br/pt/p/estagios-do-ciclo-id_M5_TAKT/. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [9] SENAI. **Pneumática básica: manual**. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-paulista/ferramentas-da-qualidade/pneumatica-basica-manual-senai/6287384>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [10] ABNT. **Estrutura do trabalho**. Disponível em: https://normas-abnt.espm.br/index.php?title=Estrutura_do_trabalho. Acesso em: 28 abr. 2025.
- [11] UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Modelo de estrutura para TCC**. Disponível em: https://www.ibilce.unesp.br/Home/Biblioteca753/normalizacao/modelo_estrutura_tcc.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.



5 - ANEXOS

Arquivos das Simulações:

https://github.com/keslley11/Portifolio/tree/main/Sistemas_de_Control_Hidraulico_e_Pneumatico/fluidsim_simulacoes