



CURSO TÉCNICO EM MECATRÔNICA

GABRIEL ALEXANDRE MATTOS AQUINO  
GLEIDSON MUNIZ DO NASCIMENTO  
LEANDRO APARECIDO SANTOS DE OLIVEIRA  
LEONARDO DA SILVA MÁXIMO ALVEZ  
LUCAS GABRIEL DOS SANTOS SILVA  
MATEUS SANTOS ALMEIDA

**MANUTENÇÃO NO SISTEMA DIDÁTICO AO PROCESSO DE MANUFARA DE LORENZO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Santo André  
2024

GABRIEL ALEXANDRE MATTOS AQUINO  
GLEIDSON MUNIZ DO NASCIMENTO  
LEANDRO APARECIDO SANTOS DE OLIVEIRA  
LEONARDO DA SILVA MÁXIMO ALVEZ  
LUCAS GABRIEL DOS SANTOS SILVA  
MATEUS SANTOS ALMEIDA

## **MANUTENÇÃO NO SISTEMA DIDÁTICO AO PROCESSO DE MANUFARA DE LORENZO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Técnico em Mecatrônica, orientado pela professora Janaina Cristina da Silva, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

Orientadora: Janaina Cristina da Silva

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e colaboração de diversas pessoas, às quais expressamos nossa sincera gratidão:

Ao professor Claudio Kubilius, pela inestimável ajuda com documentações e informações a respeito da história do dispositivo;

Ao professor Edivaldo Nonato Santos Junior, pelo auxílio na identificação e atuação nas possíveis falhas encontradas;

Ao professor Rinaldo Ferreira Martins, por nos apresentar o dispositivo, fornecer todo o suporte necessário, dar sugestões e disponibilizar ferramentas de trabalho;

Ao professor Marcel Alves de Almeida, pelas ideias inovadoras e sugestões para lógica de programação e como fazer as devidas manutenções;

À professora Janaina Cristina da Silva, nossa orientadora, pelas dicas de formatação e sugestões sobre como elaborar um excelente TCC.

A todos, nossos mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

O projeto de restauração e manutenção do sistema didático de manufatura da De Lorenzo, adquirido pelo Centro Paula Souza por meio do projeto VITAE, foi concebido para aprimorar o conhecimento prático dos alunos em um ambiente similar ao da indústria. Inicialmente, o sistema mostrou-se benéfico, mas após falhas, sua utilização foi interrompida. Este projeto aplicou princípios de manutenção corretiva e preventiva para restaurar o sistema. A manutenção corretiva focou na reparação de falhas imediatas, enquanto a preventiva buscou evitar futuras interrupções. Através de técnicas de monitoramento e diagnóstico, e com a elaboração de fluxogramas, o projeto garantiu a operacionalidade e eficiência do sistema, preparando os alunos para o ambiente industrial. A restauração proporcionou um aprendizado significativo sobre manutenção, transformando o sistema em uma ferramenta educativa eficaz.

**Palavras-chave:** Manutenção corretiva; manutenção preventiva; sistema didático de manufatura; De Lorenzo.

## ABSTRACT

The restoration and maintenance project of the De Lorenzo manufacturing didactic system, acquired by Centro Paula Souza through the VITAE project, aimed to enhance students' practical knowledge in an industry-like environment. Initially, the system was beneficial, but after failures, its use was discontinued. This project applied corrective and preventive maintenance principles to restore the system. Corrective maintenance focused on immediate fault repair, while preventive maintenance aimed to avoid future interruptions. Through monitoring and diagnostic techniques, and with the development of flowcharts, the project ensured the system's operability and efficiency, preparing students for the industrial environment. The restoration provided significant learning about maintenance, transforming the system into an effective educational tool.

**Keywords:** Corrective maintenance; preventive maintenance; didactic manufacturing system; De Lorenzo.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma . . . . .	10
Figura 2 – Sistema ainda sem limpeza . . . . .	11
Figura 3 – Válvula reguladora . . . . .	11
Figura 4 – CLP Com falha na bateria . . . . .	12
Figura 5 – Adaptação das pilhas . . . . .	12
Figura 6 – Nova fonte de alimentação . . . . .	13
Figura 7 – C.I Trocado . . . . .	13
Figura 8 – Célula de carga . . . . .	14
Figura 9 – Manual Sistema Didático . . . . .	20
Figura 10 – CLP Data sheet . . . . .	21
Figura 11 – Informações técnicas . . . . .	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relatório de falha . . . . .	15
Tabela 2 – Custos financeiros . . . . .	16

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>8</b>
1.1 REVISÃO . . . . .	8
<b>2 MANUTENÇÃO APLICADA</b> . . . . .	<b>9</b>
2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA . . . . .	9
2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA . . . . .	9
<b>3 IDENTIFICAÇÃO E EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO</b> . . . . .	<b>10</b>
3.1 REVISÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES . . . . .	14
<b>4 RELAÇÃO DE MATERIAIS</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO A – MANUAL DE OPERAÇÕES DO SISTEMA DE MANUFATURA</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>ANEXO B – MANUAL DO CLP</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>ANEXO C – TODAS INFORMAÇÕES TÉCNICAS E TUTORIAIS DO TCC</b> . . . . .	<b>22</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

O sistema didático de manufatura concebido pela De Lorenzo, visa capacitar os alunos por meio de um ambiente análogo ao da indústria em geral. Nele, é possível constatar a interação entre o software programado e as partes móveis, possibilitando aos alunos aprimorar seus conhecimentos de maneira prática. Segundo o Prof. Cláudio Kubilius, docente do Centro Paula Souza desde 1984, a instituição adquiriu esse material aproximadamente em 2006 por meio do projeto VITAE. (VITAE - Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social foi uma associação civil sem fins lucrativos, que apoiava projetos nas áreas de cultura, educação e promoção social) (FÓRUM PERMANECENTE, 2023). Foi considerado benéfico naquela ocasião conforme alguns professores para o aprendizado dos seus alunos. Entretanto, após manifestar falhas, sua utilização foi interrompida, aguardando-se então intervenção de manutenção para identificar e sanar os problemas. Optou-se, então, por aplicar os preceitos da manutenção neste projeto, com o intuito de adquirir conhecimento prático em uma estrutura que simula com precisão o processo de manufatura das indústrias, preparando-nos para atuar em condições análogas no ambiente laboral. O escopo visa viabilizar o retorno de todos ao uso do material e fomentar o desenvolvimento de competências com base na visão da De Lorenzo sobre os processos de manufatura, na prática, aproveitando-se da flexibilidade para programar uma linha de manufatura, testar e implementar melhorias. No âmbito deste projeto, foram aplicados alguns pilares da manutenção, tais como a corretiva e preventiva, promovendo o treinamento e a capacitação de todos os envolvidos para a aplicação efetiva desses pilares na prática, conforme as diretrizes estabelecidas pela ABNT (Oliveira, 2017).

### **1.1 REVISÃO**

Conclui-se que o sistema didático de manufatura da De Lorenzo, adquirido pelo Centro Paula Souza por meio do projeto VITAE, foi inicialmente bem-sucedido em proporcionar um ambiente educacional prático e similar ao da indústria. Contudo, a identificação de falhas interrompeu seu uso, destacando a necessidade de uma intervenção de manutenção para sua reativação. A partir disso, este projeto aplicou os pilares da manutenção corretiva e preventiva, alinhando-se às diretrizes da ABNT e promovendo um treinamento prático para os envolvidos. Esse enfoque não apenas visa restabelecer o funcionamento do sistema, mas também fortalecer o desenvolvimento de competências técnicas e práticas nos alunos, preparando-os para o ambiente industrial real. Dessa forma, espera-se que a retomada do uso do material didático proporcione um aprendizado enriquecido e eficaz, conforme a proposta inicial da De Lorenzo.

## **2 MANUTENÇÃO APLICADA**

A manutenção desempenha um papel fundamental na garantia da operacionalidade e eficiência de equipamentos, sistemas e infraestruturas em diversos setores da sociedade moderna. No contexto empresarial, a eficácia da manutenção reflete-se na minimização de custos, na maximização da disponibilidade dos recursos e na otimização do desempenho operacional (Costa, 2013). Diante da crescente complexidade tecnológica e da competitividade global, o uso adequado da manutenção torna-se extremamente necessário para assegurar a sustentabilidade e a viabilidade econômica das organizações. Ela consiste em realizar ações preventivas e corretivas para garantir que os recursos sejam mantidos em condições ideais de operação (Lino, 2019). Assim, este projeto propõe uma análise sobre a importância e os diferentes aspectos do uso da manutenção no processo de restauração deste dispositivo(Oliveira, 2017) .

### **2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA**

Nossa intervenção neste dispositivo tem como princípio a manutenção corretiva, a manutenção corretiva atua diretamente em falhas de equipamentos de forma imediata, o objetivo é restaurar o equipamento de forma rápida e eficiente na falha para que o equipamento volte para sua condição padrão de funcionamento (Kardec; Nascif, 2009). Optamos por elaborar um fluxograma para mapear os passos conforme as necessidades encontradas. Como ele abordamos os princípios da manutenção corretiva voltada a redução de manutenções de emergência, a segurança dos dispositivos para os utilizadores, prolongar a vida útil dos ativos e melhorar a confiabilidade para evitar futuras intervenções (Costa, 2013).

### **2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

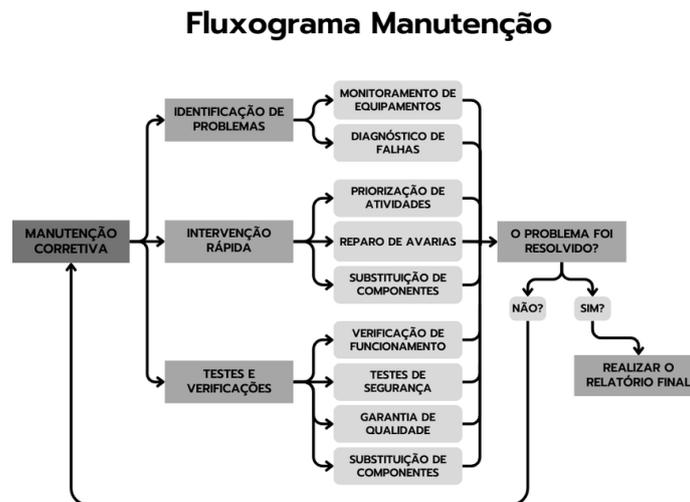
Manutenção preventiva é essencial para garantir que os equipamentos da empresa operem de forma confiável e eficiente. Ao realizar inspeções regulares e reparos programados, é possível evitar problemas graves antes mesmo que eles ocorram. Essa abordagem proativa reduz o risco de paradas não planejadas, minimiza os custos com reparos emergenciais e prolonga a vida útil dos equipamentos. Além disso, ao manter os equipamentos em boas condições, a segurança dos funcionários é preservada, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo. Na manutenção preventiva, são planejadas ações e revisões previamente definidas para todos os equipamentos de uma indústria, a fim de evitar paradas inesperadas nas máquinas, causando prejuízos não planejados. Isso evita muitos danos nas linhas de produção. Atualmente, é um dos tipos de manutenção mais viáveis na indústria, porém não é usado por muitas empresas, principalmente as empresas de pequeno porte (Ferreira; Ferreira, 2024).

### 3 IDENTIFICAÇÃO E EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO

A manutenção corretiva é um procedimento essencial na gestão de ativos, envolvendo a detecção e correção de falhas em equipamentos, sistemas ou infraestruturas após sua ocorrência. Essa prática visa restaurar a funcionalidade dos ativos afetados, minimizando impactos negativos sobre a operacionalidade e a produtividade. Para identificar as necessidades de manutenção corretiva, são empregadas técnicas de monitoramento e inspeção, visando a rápida detecção de falhas. A execução da manutenção corretiva envolve a realização de diagnósticos precisos, o planejamento de ações corretivas eficazes e a implementação de procedimentos para garantir a segurança e a eficiência das intervenções (Kardec; Nascif, 2009).

A gestão eficiente da manutenção corretiva requer uma abordagem estratégica, incluindo a priorização de atividades, o controle de custos e a análise de dados para prevenir recorrências de falhas. Com isso elaboramos um fluxograma (Figura 1) para apoio aos próximos passos.

Figura 1 – Fluxograma



Fonte: Autoral

Neste projeto abordamos esses aspectos iniciando por identificar as falhas visuais (Figura 2). O dispositivo estava coberto por acúmulo de sujeira que interfere na eficiência e durabilidade das partes como: Esteiras, atuadores pneumáticos, falsa ou a não leitura de sensores, contaminação da lubrificação, entre outros. Além dos impactos da sujeira, o aspecto visual também é importante na manutenção. Um ambiente bem cuidado condiz também com uma boa manutenção realizada com capricho.

**Figura 2 – Sistema ainda sem limpeza**

Fonte: Autoral

Com o auxílio do prof. Cláudio Kubilios nos fornecendo todos os documentos e materiais da De Lorenzo, com o uso do manual (anexo A), identificamos a tensão de entrada e verificamos a tensão da alimentação se estavam corretas. Foi feita a mesma inspeção quanto a alimentação pneumática, verificamos a pressão e a selecionamos na válvula reguladora de pressão no caso em 0.6 MPa (Figura 3).

**Figura 3 – Válvula reguladora**

Fonte: Autoral

Com tudo verificado conforme o manual, energizamos o sistema e logo identificamos no CLP uma falha, a luz estava piscando continuamente indicando uma falha na bateria (Figura 4). Devido à falta de reposição no mercado, foi necessário realizar uma adaptação que substitua a peça faltante sem interferir no sistema, encontramos o manual da Schneider Electric (Anexo B) onde foi identificada a tensão e corrente da bateria para buscarmos algo

semelhante, logo decidimos utilizar um alimentador a pilha AA que com o uso de duas pilhas é possível atingir a tensão desejada de X volts (Figura 5). Com a adaptação a falha logo foi sanada podendo dar continuidade do processo de diagnóstico de falhas presentes no sistema.

**Figura 4 – CLP Com falha na bateria**



Fonte: Autoral

**Figura 5 – Adaptação das pilhas**



Fonte: Autoral

Após acionarmos a botoeira e colocarmos um objeto para acionarmos o sensor capacitivo não obtivemos resposta. No CLP ficou claro que as luzes indicando a porta de saída não estavam respondendo os comandos e com o auxílio de um multímetro, ficou evidente que não havia alimentação dos pórticos de saída. Identificamos no manual a tensão

correta e iniciamos o processo de eliminação de possíveis falhas partindo da fonte, nos pontos de saída da fonte ficou evidente a falta da alimentação de 24 volts. Providenciamos uma nova fonte com a mesma tensão e corrente e a substituímos (Figura 6) reiniciamos o sistema e voltamos a realizar os testes.

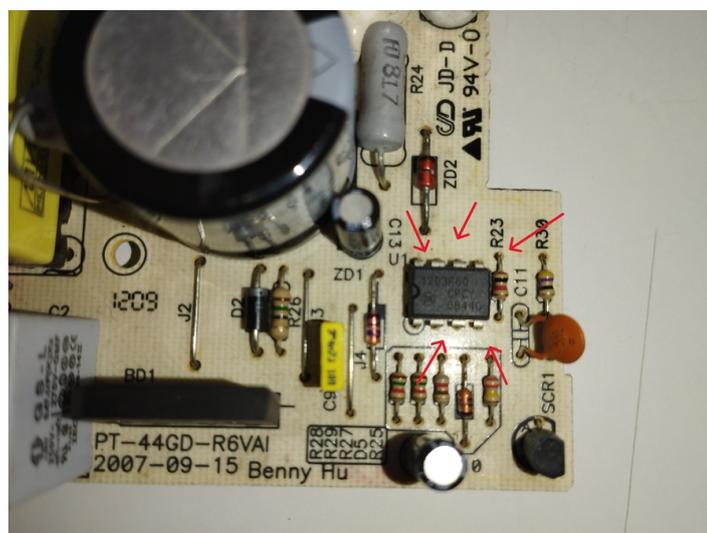
**Figura 6 – Nova fonte de alimentação**



Fonte: Autoral

Com a nova fonte de alimentação com um multímetro notamos que a alimentação no ponto de saída do CLP havia os 24 volts. Porém, as luzes de identificação das saídas do CLP se mantiveram desligadas. A falha estava presente no CLP e logo o desmontamos e verificamos a placa, não foi identificada nenhuma falha. Já na placa fonte do CLP, foi identificado o circuito integrado queimado sendo feito a troca (Figura 7).

**Figura 7 – C.I Trocado**



Fonte: Autoral

Assim que realizamos a montagem as portas de saída voltaram a funcionar. Com inúmeras intervenções decidimos atuar na programação do CLP, assim foi identificado estar no modo “STOP” alteramos para a posição “GO” e ele voltou a funcionar após o acionamento do botão. Notamos que a célula de carga não estava funcionando, entramos em contato com o fornecedor para reposição e não conseguimos um retorno no prazo esperado. Portanto, optamos por realizar uma alteração na programação do dispositivo, desta forma o dispositivo voltou a funcionar finalizando nosso trabalho, no arquivo anexado podemos ver o dispositivo em pleno funcionamento (Anexo C).

**Figura 8 – Célula de carga**



Fonte: Autoral

### **3.1 REVISÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES**

A partir do fluxograma e das ações aplicadas, foi criada uma tabela para rápida e fácil visualização das manutenções realizadas e seus resultados, com ela é possível entender de forma simples sobre as aplicações corretivas e preventivas. (Tabela 1).

Tabela 1 – Relatório de falha

<b>Tipo de manutenção</b>	<b>Identificação de falha</b>	<b>Intervenção rápida</b>	<b>Testes e verificações</b>
Preventiva	Limpeza	Limpeza geral do sistema	Componentes limpos e organizados
Corretiva	Falta da bateria CLP	Compra e troca de uma nova bateria	Foi testado e funcionou corretamente
	C.I 1203P60 Queimado	Compra e troca do novo componente	Foi testado e funcionou corretamente
	Programação do CLP com falhas	Instalação dos drivers e nova lógica de programação	Foi testado e funcionou corretamente
	Fonte de alimentação queimada	Compra e troca da nova fonte	Foi testado e funcionou corretamente
	CLP sem cabo para transmitir ou alterar programação	Compra de um novo cabo e adaptador	O primeiro cabo não se comunicou com o CLP. Outro foi comprado e funcionou corretamente
	Balança não funcionando	Compra de uma nova balança	Não funcionou corretamente
	Vazamento na válvula de ar	Aperto e troca de vedação	Foi testado e funcionou corretamente

Fonte: Autoral

#### 4 RELAÇÃO DE MATERIAIS

A gestão dos custos envolvidos na manutenção do sistema didático de manufatura é um aspecto fundamental para a viabilidade do projeto. A elaboração de uma tabela detalhada com os materiais e seus respectivos custos permitiu uma visão clara e precisa das despesas necessárias para a execução das manutenções corretiva e preventiva (Tabela 2).

**Tabela 2 – Custos financeiros**

<b>Descrição</b>	<b>Valor estimado (R\$)</b>
Bateria AA 3,6v	R\$ 36,00
Pincel limpeza	R\$ 10,00
Pincel Pequeno limpeza	R\$ 5,00
Limpa contato	R\$ 15,00
Cabo Jumper	R\$ 25,00
Cabo comunicador CLP	R\$ 200,00
Adaptador para cabo do CLP	R\$ 35,00
Célula de carga	R\$ 40,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 366,00</b>

Fonte: Autoral

## 5 CONCLUSÃO

A restauração e manutenção do sistema didático de manufatura da De Lorenzo demonstrou ser uma iniciativa fundamental para a consolidação do aprendizado prático dos alunos em um contexto industrial simulado. A partir da aplicação dos princípios de manutenção corretiva e preventiva, o projeto não apenas identificou e corrigiu falhas, mas também introduziu melhorias significativas que asseguraram a eficiência e a durabilidade do equipamento. A manutenção corretiva foi essencial para tratar falhas imediatas, restabelecendo a funcionalidade do sistema rapidamente, enquanto a manutenção preventiva se mostrou crucial na prevenção de futuras interrupções, prolongando a vida útil dos componentes.

O projeto proporcionou um ambiente de aprendizado seguro e eficaz, alinhado com os padrões industriais contemporâneos. Através de atividades práticas, os alunos desenvolveram habilidades valiosas, compreendendo a importância da manutenção na otimização dos recursos e na redução dos custos operacionais. O uso de técnicas de monitoramento e diagnóstico, juntamente com a criação de fluxogramas de manutenção, facilitou a execução eficiente das tarefas de manutenção.

Adicionalmente, o projeto destacou a importância de uma abordagem metódica na manutenção corretiva, incluindo procedimentos como a limpeza dos componentes, verificação de tensões de alimentação e adaptação de peças faltantes. A identificação e substituição de fontes de alimentação e circuitos integrados defeituosos evidenciaram a necessidade de soluções técnicas precisas. A manutenção preventiva foi igualmente rigorosa, enfatizando a necessidade de inspeções regulares e reparos programados para evitar interrupções inesperadas.

## REFERÊNCIAS

COSTA, Marina de Almeida. **GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O RESULTADO OPERACIONAL**. 2013.

Trabalho de conclusão de curso. Disponível em: [https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2012\\_3\\_Mariana.pdf](https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf). Acesso em: 06 fev. 2024.

FERREIRA, Luciano G R; FERREIRA, Luiz Cláudio R. **Manutenção de Máquinas e Equipamentos**. 2024. Artigo. Disponível em: <https://techoje.com.br/manutencao-de-maquinas-e-equipamentos/>. Acesso em: 07 mar. 2024.

FÓRUM PERMANECENTE. **Vitae**. 2023. Artigo. Disponível em: <http://www.forumpermanente.org/rede/vitae>. Acesso em: 26 dez. 2023.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. Acesso em: 7 fev. 2024.

LINO, André da Silva. **GESTÃO DA MANUTENÇÃO**. 2019. Trabalho de conclusão de curso. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/23610/1/ANDR%20DA%20SILVA%20LINO.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2024.

OLIVEIRA, Kleber. **Ferramentas da manutenção**. 2017. Artigo. Disponível em: <https://pt.essays.club/Ci%C3%AAs-Exatas-e-Tecnol%C3%B3gicas/Engenharia-EI%C3%A9trica/Ferramentas-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-4918.html>. Acesso em: 26 abr. 2024.

## **Anexos**

**ANEXO A – MANUAL DE OPERAÇÕES DO SISTEMA DE MANUFATURA**

Figura 9 – Manual Sistema Didático

**MANUAL DE OPERAÇÃO E EXERCÍCIOS  
SISTEMA DE AUTOMAÇÃO CIM-B**

"O usuário deve ler o manual todo para uma melhor compreensão e uso do produto"



Fonte: [https://drive.google.com/file/d/13r6YZCjh5L2us17IOFt1R7X7hTBC5Ci8/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/13r6YZCjh5L2us17IOFt1R7X7hTBC5Ci8/view?usp=drive_link)

## ANEXO B – MANUAL DO CLP

Figura 10 – CLP Data sheet

# Folha de dados do produto

Especificações



CPU compacto Twido – alimentação  
100..240 V CA - 24 E 24 V CC - 16  
S

TWDLCAA40DRF

! Descontinuado a partir de: 05 Novembro 2021

! Descontinuado

## Principal

Gama de produtos	Twido
Tipo de produto ou componente	Controlador de base compacto
Número de E/S discretas	40
Número de entrada discreta	24
Tensão de entrada discreta	24 V
Tipo de tensão de entrada discreta	CC
Número de saída discreta	14 para relé 2 para transistor
[Us] tensão de alimentação nominal	100...240 V CA
Maximum number of I/O expansion module	7
Utilização da ranhura	Cartucho de memória
Dados incluídos na cópia de segurança	RAM interna bateria externa TSXPLP01, 3 anos autonomia
Tipo de ligação integrada	Fonte de alimentação Ligação de série não isolada mini DIN, Modbus/character mode diretor / Secundário RTU / ASCII RS485) meio duplex, 38.4 kbit/s Adaptador de interface de ligação de série RS232C/RS485)
Função complementar	Processamento de eventos PID

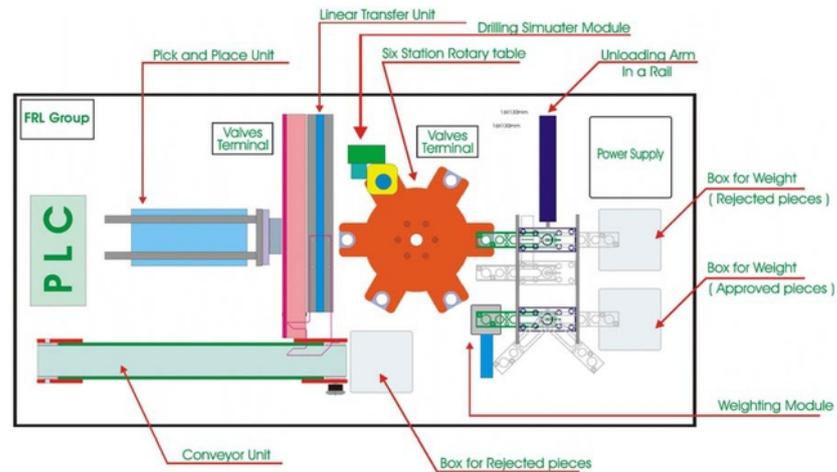
Atenção: Esta documentação não pretende substituir nem deve ser utilizada para determinar a adequação ou fiabilidade destes produtos para aplicações específicas do utilizador

## ANEXO C – TODAS INFORMAÇÕES TÉCNICAS E TUTORIAIS DO TCC

Figura 11 – Informações técnicas

### DE LORENZO DO BRASIL SISTEMA DE AUTOMAÇÃO CIM-B

#### 1.2 Arquitetura da Unidade CIM-B



O CIM-A é composto Pelos seguintes módulos movimentadores:

1. Esteira transportadora
2. Transferência horizontal
3. Manipulador cartesiano
4. Mesa Rotativa
5. Módulo de usinagem
6. Módulo de pesagem
7. Braço de descarga

Adicionalmente temos:

1. Unidade lógica
2. Sensores e interruptores
3. Bloco eletro-válvulas
4. Painel de comando