

## IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO NO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DE ÁREAS CONTROLADAS

### IMPLEMENTATION OF AUTOMATION IN THE CONTROLLED AREAS REFRIGERATION SYSTEM

Jhonathan Souza Rosa<sup>1</sup>  
Alex Franco Ferreira<sup>2</sup>

**RESUMO:** A aplicação da automação se deu início após a necessidade da empresa multinacional farmacêutica P&F (Perfumes & Fármacos Sociedade anônima), de ter pleno controle do sistema de automação dos equipamentos de refrigeração, para controle da comunicação, e manutenção efetiva plena no sistema em questão, que está sob a tutela de uma empresa terceirizada, onde tal modificação para a tecnologia já presente na fábrica no clp controllogix 5000 Rockwell, acarretará na redução de custos, melhor controle mediante as variáveis do sistema no dia a dia, e possibilidade de melhorias sem grandes custos para execução, além de implementação nas demais sedes espalhadas ao redor do globo. Com a abertura do projeto, será abordado questões como controle de umidade, acionamento de resistências de aquecimento e controle de pressão ambiente sendo lidos simultaneamente.

321

**Palavras-chave:** Automação industrial. Fancoil. Rockwell. Refrigeração. Área controlada.

**ABSTRACT:** The application of automation was started after the requirement of multinational pharmaceuticals company P&F ( Perfumes & pharmaceutical corporations ) to have a full controller of automation systems of refrigeration equipments, to control the communication, and full effective maintenance on the system in question, that is under supervision of a third-party company, where such modification to the technology already present in the factory at the controllogix 5000 Rockwell's PLC, will result in cost reduction, Improve the control through day-to-day system variables, and possibilities for improvements without large expensive cost to make, besides to apply in others headquarters scattered around in the world. With the startup the project, issues such as humidity control will be addressed, activation of heating resistances and ambient pressure control being read simultaneously.

**Keywords:** Industrial Automation. Fancoil. Rockwell. Refrigeration. Controlled area.

<sup>1</sup> Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Corriqueiramente, a humanidade está a procura de facilitar toda e qualquer atividade que demande tempo, esforço e precisão em situações específicas.

De acordo com Vilela e Vidal (2003), tendo com o objetivo de melhorar toda sua cadeia de atividades, a tecnologia está cada vez mais evoluindo e seguindo a passos largos nos seus avanços, tendo em vista que quanto melhor o processo, menos erros e paradas ocorrerem, mais eficiente será a relação peças produzidas / peças acabadas. Tais pontos abordados são o principal objetivo da automação industrial, que é a implementação de recursos tecnológicos a fim de facilitar os mecanismos de processos de produção, e garantir mais segurança, qualidade e menor desperdício de recursos fabris, além de agilizar todo o processo já preestabelecido, desde o início da chegada da matéria-prima, até o processo final de identificação de lotes e envio para os clientes do produto acabado.

Situando-se em um ambiente de produção que necessita de apurado controle de umidade e temperatura do meio fabril, devido ao alto grau de contaminações no produto ou até mesmo de crescimento microbiológico, que podem acarretar em prejuízos à saúde de consumidores, e também com o intuito de não causar nenhuma acentuada perda de matérias – primas, foi criado a zona de ambiente controlado, ou simplesmente área controlada, onde se tem como característica controlar e monitorar todo o ambiente, com parâmetros pré-definidos para a temperatura, umidade e pressão de ar sendo ajustadas e controladas pelo sistema de refrigeração in local, onde com a automação, será possível realizar tais padronizações do sistema. (VILELA E VIDAL, 2003)

Tendo em vista tais conceitos, este artigo visa em demonstrar claramente a funcionalidade da automação para facilitar o controle de um ambiente refrigerado, a fim de eliminar as anomalias e perdas causadas no setor de produção de elementos de higiene pessoal, e também demonstrar do início ao fim como é feito a criação do mesmo, além de definir quais parâmetros são críticos da área a qual será monitorada, e realizar a comprovação que é efetivo tais métodos de controle via automação, utilizando-se de aplicação de PID's para controle contínuo das variáveis.

## AUTOMAÇÃO, INÍCIO DO PROCESSO DE AUTOMAÇÃO

A revolução industrial, que se iniciou na Inglaterra em meados do século XVIII, trouxe como uma novidade a possibilidade de unir a tecnologia, que outrora, era distinta entre si, com a mecânica e eletricidade, e realizando um grande avanço no cenário mundial de tecnologia, porém ainda era necessário a presença de pessoas para a manipulação dos mecanismos e controles do sistema. Fazia-se necessário a implementação de um controle individual de todo o processo, uma “mente pensante” que iria otimizar todo o processo e facilitar ainda mais a individualidade de cada mecanismo. A Automação veio para estabelecer esse papel, e tirar ou diminuir drasticamente a quantidades de “toques ou modificações” que devem ser feitas pelo homem. (A VOZ DA INDUSTRIA. 2023.)

## INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS

Com a necessidade de controlar parâmetros a quais as máquinas inicialmente não tinham quaisquer informações ou possibilidades de leitura, foi-se criado os instrumentos periféricos, basicamente chamados de instrumentação, aonde é a base de todo o processo. Com os instrumentos de leitura na linha de produção, foi possível que os pontos de leitura definissem quais ações determinadas as máquinas deveriam tomar, todas já predefinidas com o cenário de produção a qual está instalada. Essa implementação dos instrumentos facilitou muito na rápida resposta de atuação dos sistemas e nas suas contramedidas, corrigindo consideravelmente as falhas de produção do processo, em que até mesmo quando o processo se encontrava ainda de modo manual, não se tinha tamanha rápida resposta. (VILELA E VIDAL, 2003)

## EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO

À medida que o desenvolvimento tecnológico foi ocorrendo, ocorreu também a necessidade de reduzir, ou otimizar todo o controle, centralizando-o em um único local, funcionando como um “cérebro” para todas as máquinas, onde assim, através desta necessidade, surgiu-se o Controlador lógico programável, comumente chamado de CLP. (VILELA E VIDAL, 2003)

A operação do CLP envolve ter o valor de todos os parâmetros que sejam fundamentais para o processo, como temperatura da matéria-prima, formato e peso do

produto acabado, além da posição para a embalagem e rotulação do produto em questão. As informações são contidas no CLP, que por sua vez, baseado na lógica já programada, executa uma ação baseada na leitura de cada variável do processo, desde o início de toda a cadeia de informações. (Vilela e Vidal, 2003)

Desde sua criação na década de 60 pela General Motors, até os dias de hoje, os CLPs tem sido um divisor de águas no quesito evolução, aonde se consegue concentrar cada vez mais informações, parâmetros e atividades definidas em um único lugar, facilitando o processo, dando maior segurança, confiabilidade e estabilidade nos processos. (VILELA E VIDAL, 2003)

## SUPERVISÓRIO

Tendo em vista que todo o processo necessita ser visualizado e todas as informações contidas na linha de produção devem ser lidas, foi-se criado uma central aonde se pode visualizar todos os dados do processo que são reconhecidos pelo CLP e transmitir simultaneamente toda e qualquer anomalia existente, espelhando as informações por uma página de comunicação chamada Supervisório. Com essa página, o usuário do equipamento consegue visualizar todas as etapas do processo, sendo de fundamental importância, tendo em vista que por necessidades extras do fluxo de produção e também para fins de manutenção, é importante saber exatamente o que está ocorrendo no seu equipamento e em qual posição se encontra o ponto em questão. (VILELA E VIDAL, 2003)

## PROJETO

O Projeto de automação tem como base a premissa de suprir a necessidade de algo, sendo assim, o objetivo em questão desde artigo é a aplicação de controle de um sistema de refrigeração para uma área controlada, a fim de minimizar os impactos causados por demanda de energia desperdiçada, contaminação de produtos e perdas de lotes, e preservação da vida humana no local, garantindo também seu conforto diante do tempo em produção.

No local da aplicação, existe a necessidade de instalação de uma central de refrigeração, que não possui até o presente momento, a fim de controlar a temperatura que ultrapassa os 30°C, tendo em vista que acima de 26°C os conservantes dos produtos perdem exponencialmente suas propriedades, acarretando em rápida deterioração dos produtos.

Também no local, durante o período noturno, é muito comum ocorrer um acréscimo substancial da umidade relativa do ar, que está também causando na contaminação por fungos e bactérias que se propagam pelo meio em situações determinadas de tempo superior a 4h, e causando na perda de lotes de produtos, o que impossibilita na operação em larga escala no horário noturno (de 18h às 6h).

Com o local com portas e janelas, a presença de particulados, tanto nos equipamentos de produção, quanto nos produtos, tem levado a incontáveis quebras de mecanismos, queima de componentes e descarte de lotes por tais avarias dentro do produto acabado.

Junto com estas informações, estimasse que os custos das perdas na produção sem um sistema de refrigeração, entorno de R\$250.000,00, além de impossibilitar na produção no período noturno, o que limita a renda em metade da capacidade, deixando de produzir e enviar cerca de R\$1.000.000,00 ao dia de produção dos produtos.

## APLICAÇÃO

Tendo em vista que para se aplicar o projeto a qual foi proposto, é necessário que seja feito um levantamento de materiais necessários para a realização da atividade, porém, iremos usar a simulação do programa em Ladder do sistema Rockwell RSlogix5000 para descrever todo o controle e observar como estabiliza tais pontos.

325

## INSTALAÇÃO

Após o levantamento inicial dos sensores e equipamentos necessários para a realização do projeto, se é dado início na instalação dos equipamentos fisicamente no local, demandando o tempo de 4 semanas, com a instalação do fancoil e os seus dutos, a infraestrutura geral da instalação do sistema elétrico e suas proteções, além da instalação dos sensores no local aonde será necessário realização do controle de temperatura e umidade. Esse ponto só é levado em consideração devido o tempo de aplicação e a mão de obra especializada, que se faz necessário, mas que para o objetivo destacado neste documento, não se faz necessário o detalhamento de cada passo executado nesta etapa.

## LÓGICA DE FUNCIONAMENTO

A lógica inicial de funcionamento consiste em um motor dentro do Fancoil, estar ligado diretamente e enviando ar refrigerado para área de aplicação, que iremos denominar

com área de ênvase fabril, realizando a leitura com o instrumento de vazão, enviando sinal 4-20mA para o CLP, que por sua vez enviará o feedback de controle por PID para o VFD (*Variable Frequency Drive* ou Inversor de Frequência) do motor do fancoil, aonde irá atuar e comutar sua velocidade angular, segundo setado no programa. A temperatura e umidade do local será lida pelos sensores, e enviará sinais de leitura para o CLP Rockwell, comunicando e enviando o feedback novamente de temperatura e umidade para o controle da unidade de resfriamento Trane, que irá modular sua geração de ar e com isso, enviar o ar em temperatura e umidade necessária para corrigir quaisquer alterações do que foi colocado como setpoint nas variáveis já ditas anteriormente.

A programação Ladder deu-se início através do programa RSlogix5000 versão 20.03, aonde é o padrão de todos os equipamentos da unidade fabril.

Inicialmente, para a configuração do equipamento, foi criado a lógica condicional de que se em algum dado momento, a temperatura, umidade ou vazão estiverem fora do set (com range de variação também contemplado) iria se criar um alarme na tela, e caso não seja atuado para solução do problema, em 4h desligará o equipamento, impedindo que rode a máquina e resfrie o local, até que o problema seja solucionado.

Os valores de operação estabelecidos podem ser observados no Quadro 1:

**Quadro 1:** Parâmetros de Operação estabelecidos

Váriavel	Setpoint	Range de variação
Temperatura	23°C	±2°C
Umidade	50%	±10%
Vazão de ar	55.000m <sup>3</sup> /h	±2000m <sup>3</sup> /h

**Fonte:** Do Autor, 2023

Como todo equipamento, é necessário realizar a padronização e identificação de possíveis falhas do maquinário, afim de preservar fisicamente de danos por operação do equipamento fora das condições básicas de funcionamento. Com isso, também foi criado uma tabela de alarmes e condições para cada possível falha que não está presente no equipamento, vide Quadro 2, somente com os parâmetros já lidos pelos sensores levantados no Quadro 1.

**Quadro 2:** Alarmes e condições de falhas

Alarme	Condição do alarme	Resolução do alarme	Ação do alarme
Falha de temperatura sem leitura	Sempre que houver recebimento de sinal de feedback acima dos 20mA ou abaixo de 4mA.	Troca do sensor ou cabeamento de feedback do sensor	Alerta de mau-funcionamento do sensor
Falha de temperatura alta	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de temperatura acima do setado (+2°C)	Inspecionar condições de funcionamento do motor ou gás refrigerante do equipamento / verificar condição ambiente do local refrigerado se possui fuga de ar	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de temperatura baixa	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de temperatura abaixo do setado (- 2°C)	Inspecionar condições de funcionamento do motor ou gás refrigerante do equipamento / verificar condição ambiente do local refrigerado se possui fuga de ar	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de umidade alta	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de umidade acima do setado (+10%)	Inspecionar condições de funcionamento do motor ou gás refrigerante do equipamento / verificar condição ambiente do local refrigerado se possui fuga de ar	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de umidade baixa	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de umidade abaixo do setado (-10%)	Inspecionar condições de funcionamento do motor ou gás refrigerante do equipamento / verificar condição ambiente do local refrigerado se possui fuga de ar	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de umidade sem leitura	Sempre que houver recebimento de sinal de feedback acima dos 20mA ou abaixo de 4mA.	Troca do sensor ou cabeamento de feedback do sensor / Verificação das condições ambientes da área refrigerada	Alerta de mau-funcionamento do sensor
Falha de vazão alta	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de vazão e acima do setado (+2000m <sup>3</sup> /h)	Inspecionar condições de funcionamento do motor e do VFD	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de vazão baixa	Sempre que ultrapassar o limite do range permitido de vazão abaixo do setado (- 2000m <sup>3</sup> /h)	Inspecionar condições de funcionamento do motor e do VFD	Duração >4h na condicional, desligamento do equipamento
Falha de vazão sem leitura	Sempre que houver recebimento de sinal de feedback acima dos 20mA ou abaixo de 4mA.	Troca do sensor ou cabeamento de feedback do sensor / Verificação do funcionamento do VFD	Alerta de mau-funcionamento do sensor

Fonte: Do Autor, 2023

Segundo os parâmetros já preestabelecidos, no programa no rslogix500 foi definido o programa que pode se observar através das Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1: Página 1 do acionamento.

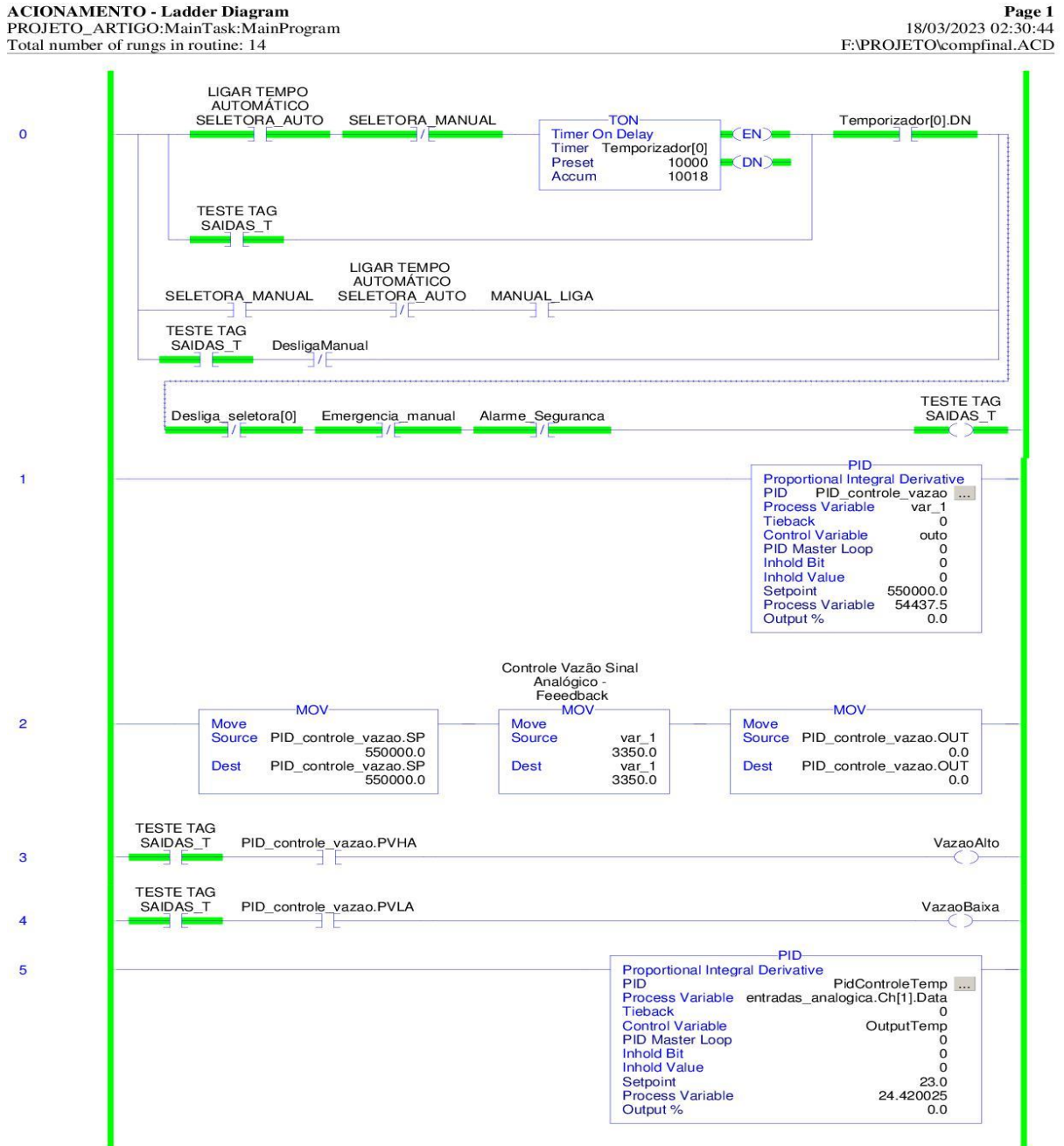




Figura 2: página 2 do acionamento

ACIONAMENTO - Ladder Diagram  
 PROJETO\_ARTIGO:MainTask:MainProgram  
 Total number of rungs in routine: 14

Page 2  
 18/03/2023 02:30:44  
 F:\PROJETO\compfinal.ACD

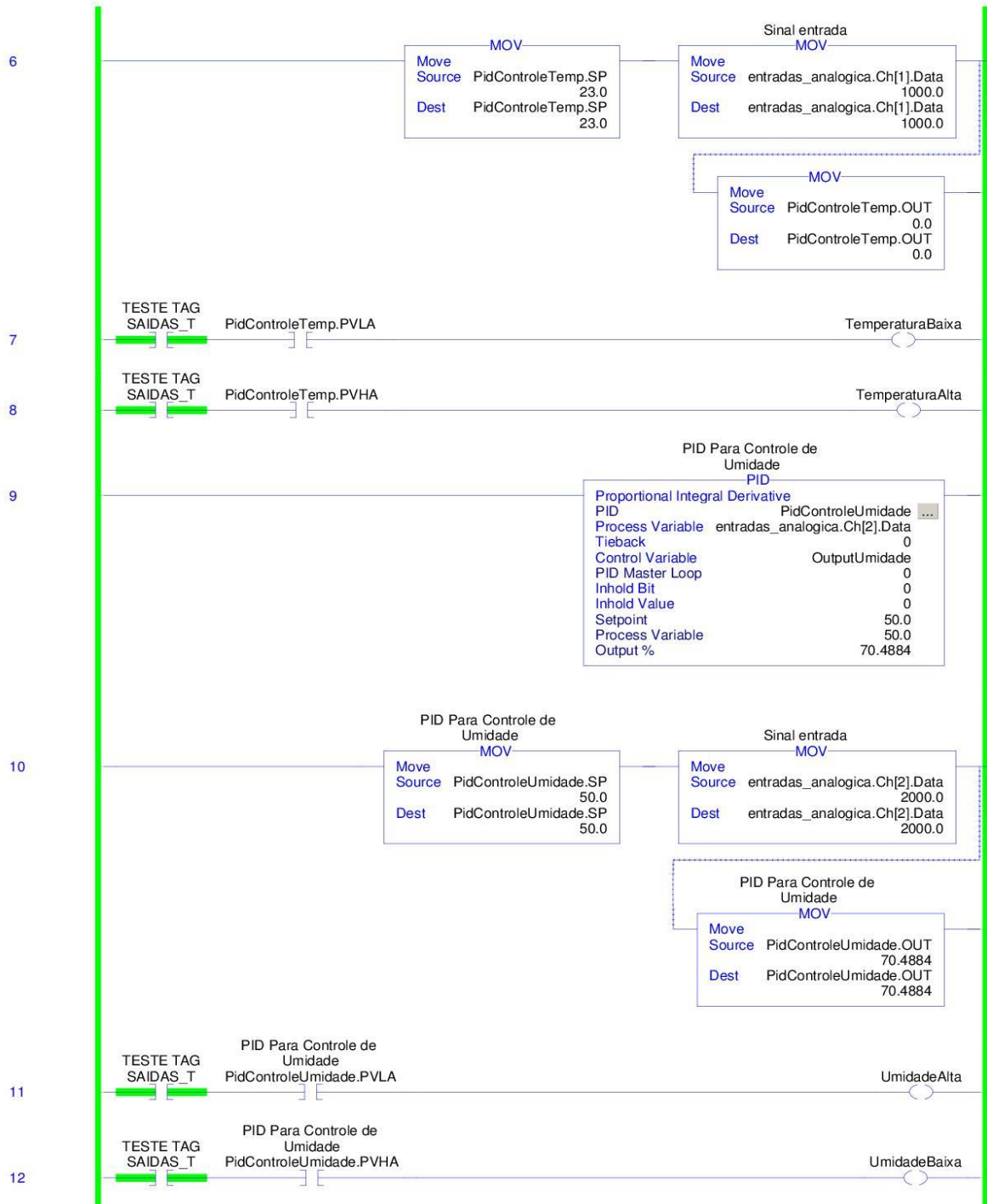
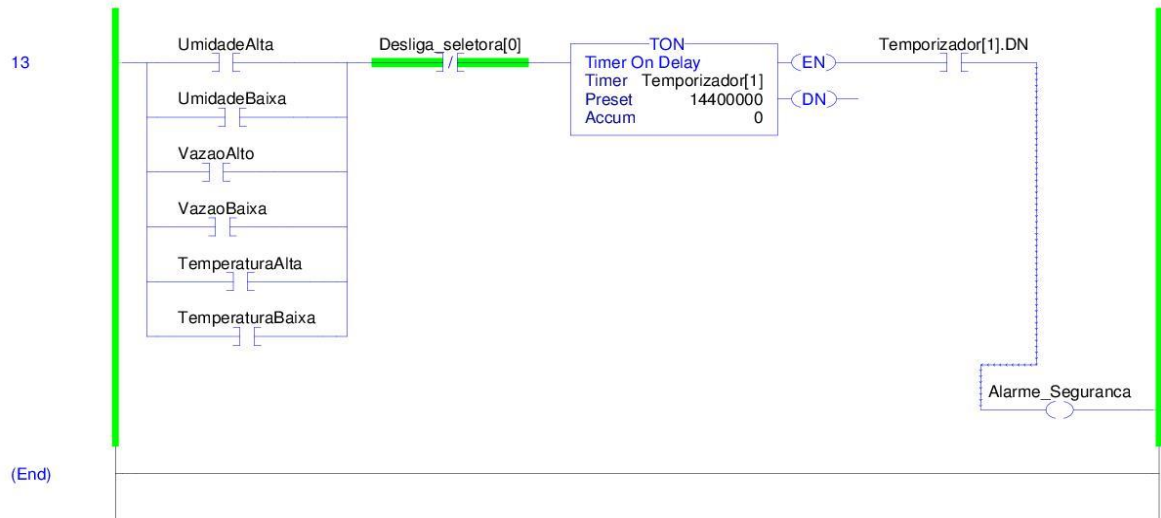


Figura 3: página 3 do acionamento

**ACIONAMENTO - Ladder Diagram**  
PROJETO\_ARTIGO:MainTask:MainProgram  
Total number of rungs in routine: 14

**Page 3**  
18/03/2023 02:30:44  
F:\PROJETO\compfinal.ACD



## ARRANJO DE CONTROLE DE TEMPERATURA E UMIDADE

O PID é uma medida de controle baseado em parâmetros que se deseja controlar através de modelos matemáticos calculados e desenvolvidos para que os parâmetros não saiam da sua devida faixa de variação padronizada. Com o PID, é possível manter os valores de temperatura e umidade dentro de uma faixa aceitável por meio de modulação dos parâmetros de controle do equipamento. Essa técnica é altamente eficaz em situações em que é necessário manter uma resposta rápida e precisa, pois ela utiliza informações em tempo real para ajustar o controle do equipamento. Além deste exemplo o PID é amplamente utilizado em diversas áreas, como processos industriais, automação de processos e controle de robôs, devido sua simplicidade e eficácia comprovadas. (VILELA E VIDAL, 2003)

A aplicação do PID neste programa pode ser demonstrado nas Figuras 1 e 2, onde a aplicação tem como função a leitura e estabilização dos parâmetros de temperatura, umidade e vazão do sistema.

## CONFIGURAÇÕES DE SEGURANÇA DO PROCESSO

Sendo um item indispensável para qualquer lógica do equipamento, a segurança do processo para ser realmente efetiva, deve ser aprova de falhas. Com os parâmetros já estabelecidos e descritos no Quadro 1, e com os itens de alarmes e seguranças já descritas no Quadro 2, pode se observar que se alguma das variáveis em questão, como temperatura, umidade ou vazão se desconectarem ou perderem seus valores dentro do range aceitável para o processo, dentro de 4h (14.400 s ou 14.400.000ms como descritos no Temporizador TON da figura 3), acionando o sistema de segurança e desligando todo o processo.

## SUPERVISÓRIO DO SISTEMA

Para que se possa ter uma visão do que está sendo medido no processo, se faz necessário uma interface direta com quem desejar buscar tais dados, e neste projeto, foi elaborado um simples painel supervisório para que se demonstre os pontos das variáveis lidas, através do Factorytalk View do sistema Rockwell, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4: Acionamento em manual



Fonte: Do Autor, 2023

Quando se encontra em função manual e ligado, como demonstrado na Figura 5, o supervisor indica os botões verdes, e mesmo de tal forma, os pontos descritos irão permitir que todo o controle via PID seja realizado, sem que aconteça qualquer alteração ou atraso.

Figura 5: Acionamento em manual



Fonte: Do Autor, 2023

## CONCLUSÃO

Foi possível denotar que com um projeto simples e de fácil implementação em uma unidade fabril, é possível fazer com que um grande desperdício seja evitado, criando controles específicos para que a máquina de controle entenda e corrija em menor tempo possível, e criando assim, ambientes de áreas controladas. Também foi possível visualizar que os controles de segurança de processos, podem ajudar a amenizar possíveis erros de correção, seja por motivos diversos.

A automação quando implementada de maneira objetiva, simplifica e aprimora a nível exponencial todos os processos que se deseja ter um controle rigoroso e preciso.

## REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caminho até a Indústria 4.0: os destaques das revoluções industriais. **Site de A voz da indústria.** 2020. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/industria-40-totvs/caminho-industria-40-os-destaques-das-revolues-industriais>. Acesso em: 22 de fev. de 2023.

SILVA, SÉRGIO FRANCISCO (2000). **Automação Industrial Via Internet: Uma Abordagem de Software Voltada à Pequena Empresa**, Centro Universitário do Triângulo - Unit, Uberlândia - MG

VILELA, Paulo Sérgio da Câmara; VIDAL, Francisco José Targino, **Automação industrial**. Rio Grande do Norte: Editora DCA, 2003.