

# CONTROLE INDUSTRIAL APLICADO NO SYSTEM302 - SMAR®

Aniel Silva de Moraes, Bruno Botelho Prudente, Carlos Renato Nolli, Danilo Ataíde Silveira Benício,  
Josué Silva de Moraes e Matheus Henrique Campos Amancio

Estudantes de Engenharia Elétrica com certificado em Automação e Controle

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Uberlândia – MG, morais.aniel@gmail.com,  
brunobprudente@gmail.com, renatonolli@gmail.com, daniloataide@hotmail.com, matheusamancio\_bmx@hotmail.com,  
josuemoraes@gmail.com

**Resumo** - O objetivo deste documento é expor conceitos de sistemas de controle e ilustrar a funcionalidade de cada componente de uma malha de controle. Além das teorias de controle, será explicitada uma simulação de controle realizada no System302 - SMAR® ilustrando esta área acadêmica tão pouco explorada nas instituições de ensino devido as limitações materiais para se criar um processo industrial.

**Palavras-Chave** – Automação, Controle, Ladder, Malha de controle, Simulação e System302

## INDUSTRIAL CONTROL APPLIED AT SYSTEM302 - SMAR®

**Abstract** - The objective of this document is to expose the concepts of control systems and show the functions of each device of a control loop. Besides the theory, will be exposed one simulation made on System302 - SMAR® showing this part of academic area that is not very much explored by the colleges due to material limitation of creating a new industrial process.

**Keywords** – Automation, Control, Control Loop, Ladder, Simulation and System302.

### I. INTRODUÇÃO

Com a competitividade industrial crescente, as empresas tentam otimizar cada vez mais seus processos produtivos através de novas tecnologia para que consigam se destacar. Houve um grande incentivo à pesquisa e desenvolvimento de sistemas capazes de simplificar o trabalho do homem, de forma a substituir o esforço braçal por outros meios e mecanismos.

Nos últimos anos os esquemas de produção têm mudado drasticamente. Isto deve-se, por um lado à crescente competição entre as empresas e por outro, ao enorme desenvolvimento das tecnologias. Então fazemos uso hoje da automação dos processos de produção, de forma a se ter uma maior competitividade no mercado.

A automação nos traz inúmeras vantagens como: aumento da produção, redução de custos, menos despesas trabalhistas, qualidade, economia de matéria-prima, diminuição de perdas, além de poder nos proporcionar mais conforto, praticidade e segurança.

Mas com o aumento da produtividade, podemos ter problemas como a escassez de recursos e poluição. No entanto, existe hoje uma grande preocupação com a

degradação do meio ambiente, de forma a conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Por se ter essa preocupação, já foi desenvolvida muitas tecnologias denominadas “verdes”, que desempenham a mesma função, mas de forma a não degradar o meio ambiente. Isso mostra que essa preocupação aliada à evolução tecnológica, só tende a melhorar neste aspecto, não sendo assim, posteriormente, um problema tão grave quanto colocam.

Outro problema seria com relação ao desemprego, da substituição do homem pela máquina. Com relação a isso, não se tem impactos tão grandes assim quanto é colocado. Há necessidade apenas de uma especialização da mão de obra. Basta então prestar treinamentos a esses trabalhadores e então deslocá-los para outros setores mais qualificados, que irão precisar de uma mão de obra diferenciada. Isto, pois é compensada a falta de emprego em algum setor com o aumento de vagas em outros setores de mão de obra diferenciada.

Pensando a respeito de tudo o que foi levantado até aqui a respeito da automação (vantagens, impactos sociais e ambientais) podemos dizer que a sua utilização em processos industriais por parte das empresas é muito interessante no contexto em que vivemos hoje.

Portanto, para a planificação/projeto de automação dos processos, são usados softwares que simulam as plantas industriais para facilitar a forma de planejamento e adequação de todo o sistema.

### II SISTEMAS DE CONTROLE

Os sistemas de controle são sem dúvida uma das áreas mais importantes da engenharia moderna. Eles estão intimamente atrelados à automação industrial. Tais sistemas podem operar em paralelo com a linha de produção e são usados para coordenar, monitorar, alterar e registrar as condições de máquinas, processos e produtos.

Na automação de um processo, emprega-se dispositivos mecânicos, elétricos e eletrônicos apoiados em meios computacionais, que realizam funções similares às humanas nas atividades de supervisão e controle no setor industrial. Fazendo-se uma analogia aos sentidos humanos, são empregados sensores ou instrumentos de medição, que informam os dados sobre o andamento do processo. Em analogia ao cérebro, são utilizados os controladores, que recebem e processam as informações fornecidas pelos sensores, tomando as decisões corretas com base em cálculos e assim passa instruções de ação para os atuadores. Esses atuadores são, em comparação, o que seria feito pelos membros humanos.

O controlador monitora e pode atuar nas variáveis de saída de um sistema dinâmico por meio do ajuste das variáveis de entrada do sistema. Temos como exemplo algumas variáveis de entrada/saída: temperatura, pressão, nível, vazão, dentre outras. Pode-se definir como malha de controle, o conjunto de controladores, sensores e atuadores, que como no geral, efetuam operações que realizam o controle automático dos processos produtivos. Há dois tipos básicos de malha de controle: controle em malha aberta e controle em malha fechada.

O controle em malha aberta consiste em aplicar um sinal de controle e esperar que após um tempo a variável atinja o valor esperado. Neste tipo de malha não são usadas informações da variável de saída para determinar o sinal de entrada do sistema, ou seja, não existe acompanhamento do sistema em tempo real com uma realimentação.

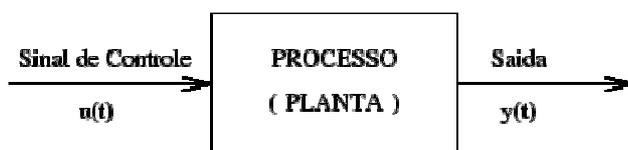


Fig. 1. Malha Aberta

Já no controle em malha fechada, as informações da variável de saída é realimentada ao controlador na entrada do processo com um sinal, o chamado *feedback*, ou realimentação, a fim de tornar o sistema mais preciso e de fazer com que ele reaja a perturbações externas. O sinal de saída é comparado com um sinal de referência (o chamado set-point) e o desvio (erro) entre estes sinais é utilizado para determinar o sinal de controle que deve efetivamente ser aplicado ao processo. Assim, o sinal de controle é determinado de forma a corrigir este desvio entre o sinal de saída e o sinal de referência.

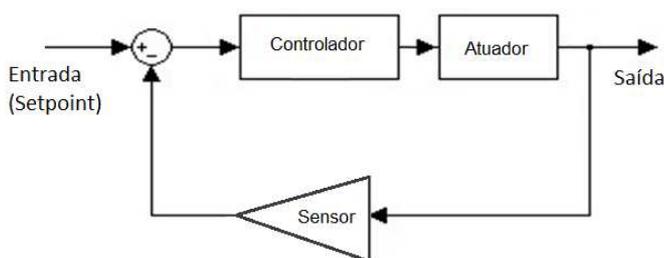


Fig. 2. Malha Fechada

### III INTRODUÇÃO AO SYSTEM302

O software System302 desenvolvido pela SMAR é um produto de vanguarda que é capaz de simular um ambiente industrial dentro de apenas um computador. Este software envolve todos os componentes existentes em uma indústria, sendo eles: sensores e atuadores do chão de fábrica, programação dos controladores, protocolos de comunicação, sistemas supervisórios, gerenciamento de

ativos, registro de atividades fabris em um banco de dados e até mesmo simulações dos processos em tempo real.



Fig. 3. System302

O System302 é um sistema totalmente integrado, ele é capaz de armazenar os dados colhidos no campo em um banco de dados e através das estações de supervisão, acessar estes dados agregando valor as variáveis do processo, ou seja, transforma leituras do chão de fábrica em informações de negócios como produção, estoque entre outras.

Além desta capacidade de integração muito intensa outro ponto muito positivo do software é sua capacidade de reconfiguração e expansão do seu sistema sem maiores problemas. Com isso, novos processos podem ser adicionados à rede facilmente e os já existentes podem ser expandidos sem comprometer o funcionamento dos processos anteriores.



Fig. 4. Abrangência do System302

O System302 possui uma tecnologia aberta, pois ele é integrado a outras tecnologias de redes abertas como Profibus DP/PA, DeviceNet, ASi, Modbus, HART entre várias outras. Essa interface de sistema universal é única para todos os protocolos e isto torna este software uma ferramenta adaptável, robusta e muito poderosa.

Será feito aqui a explicitação de uma simulação de um processo industrial realizada no System302, aplicado ao meio de controle e automação industrial.

### IV COMPONENTES DE CONTROLE NO SYSTEM302

O processo industrial simulado no System302 foi um controle de temperatura da água de um tanque. Os

dispositivos de controle utilizados para realizar o controle de temperatura serão apresentados nos tópicos abaixo.

#### A. Controlador

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP) são dispositivos eletrônicos compostos de hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Este aparelho é capaz de armazenar e processar instruções para implementação de funções como: lógica, seqüenciamento, temporização, contagem aritmética, entre outras. Através destas funções, torna-se possível o controle de máquinas e processos industriais por meio de suas entradas e saídas. Exemplo de um controlador que será utilizado: DF63 da SMAR.

O controlador DF63 da SMAR foi projetado para soluções completas de controle distribuído em redes, incluindo as funções de configuração e análise de redes, parametrização e aquisição de dados de dispositivos. Ele possui ainda funções de Gateway entre redes H1 independentes e redes Ethernet padronizadas HSE, além de comunicação Modbus. Adicionalmente ele é capaz de realizar o controle de sistema host para E/S convencionais, na qual esta é a função que foi utilizada na simulação com o System302.



Fig. 5. Controlador DF63

O software de simulação industrial System302 tem a capacidade de atualizar seu banco de dados de componentes através de uma interface muito simplificada, com isso, o controlador industrial em questão (DF63) foi encontrado no site da SMAR e adicionado na simulação com as mesmas características que o componente físico. Esta aproximação é realizada graças aos blocos funcionais integrados no componente virtual, reproduzindo suas funções de forma fiel.

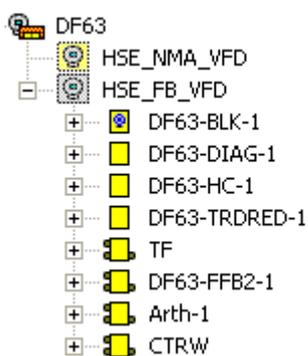


Fig. 6. Controlador simulado

O controlador DF63 possui várias funcionalidades. Assim como o controlador real, para o funcionamento adequado do componente é necessária a definição de parâmetros como: clock interno, configurações de rede, E/S conectadas aos componentes da simulação, programação da lógica de controle entre outros. Cada um destes parâmetros citados anteriormente e vários outros correspondem a um bloco funcional. Em cada bloco funcional é feita a configuração dos parâmetros de acordo com a aplicação em questão.

#### B. Sensor

Sensor é um dispositivo que afere a temperatura de algum determinado processo, ele pode ser um termopar, termo-resistência, pirômetro, células de cargas, indicadores de posição de resistências e entre outros. Os transmissores de temperatura são os dispositivos que transformam os sinais colhidos pelos sensores primários em sinais digitais (comunicação RS-485, por exemplo) ou até mesmo na forma de uma interface serial.

Foi utilizado o transmissor de temperatura TT300 da SMAR. Este é um transmissor de temperatura versátil e extremamente poderoso. A tecnologia digital usada no transmissor TT300 possui uma larga faixa de medição, permite que um simples equipamento aceite diferentes tipos de sensores, é capaz de fazer medição em um ou em múltiplos terminais e possui uma fácil interface entre o campo e a sala de controle.

Nesta simulação foi escolhida a utilização de uma saída analógica que será enviada para a entrada do controlador DF63 citado acima.



Fig. 7. Transmissor de Temperatura TT300

Como foi dito anteriormente, o System302 tem a capacidade de atualizar sua biblioteca de componentes a partir da especificação de algum componente de algumas marcas específicas. Agora neste caso o equipamento inserido na simulação foi o transmissor de temperatura TT300, no qual foi encontrado no site da SMAR e adicionado na simulação com as mesmas especificações e funcionalidades deste equipamento em vida real.

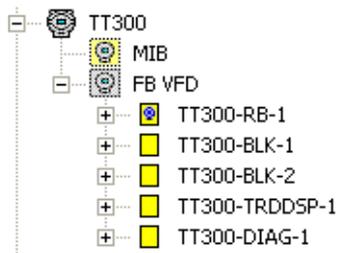


Fig. 8. Transmissor de Temperatura simulado

A Figura 8 demonstra o equipamento inserido na simulação do controle de temperatura junto com seus blocos funcionais.

### C. Atuador

Para ser realizado o controle de temperatura é necessário minimamente o controlador, o sensor e o atuador. O atuador que foi utilizado nesta simulação é um posicionador de válvula. O posicionador FY302 da SMAR atua em uma válvula de controle de fluxo proporcional, ou seja, a abertura desta válvula não é apenas totalmente aberta ou totalmente fechada, ela varia proporcionalmente à atuação do posicionador inteligente.



Fig. 9. Posicionador de válvula FY302

A válvula de fluxo 1 abre ou fecha a passagem de água quente, portanto este atuador é o responsável por elevar a temperatura da água no tanque. É importante ressaltar que como é injetada água no tanque, o nível se eleva, portanto é necessário um atuador idêntico a este retirando água do sistema, para que o nível permaneça constante.



Fig. 10. Válvula controladora de fluxo

No sistema também existe a válvula de fluxo 2, pois caso seja dado um comando para a diminuição da temperatura do tanque, é fundamental que exista também uma válvula de fluxo que possa inserir água gelada no reservatório.

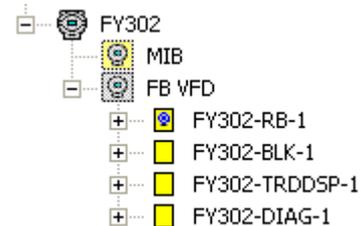


Fig. 11. Posicionador simulado

Assim como foi feito anteriormente, após a apresentação dos dispositivos reais, a Figura 11 demonstra a parte digital dos dispositivos inseridos no software para a simulação do controle de temperatura.

## V SIMULAÇÃO

Utilizando o software System302 foi realizada a simulação de controle de temperatura da água de um tanque. A temperatura da água se eleva através de inserção de água quente no tanque e para reduzir a temperatura, água gelada é inserida no mesmo.

É importante mencionar que para manter o nível do reservatório constante assim que é inserida água no sistema (quente ou gelada), é acionada uma válvula para eliminar a água do fundo do reservatório na mesma vazão que a água de entrada no reservatório.

A Figura 12 demonstra a malha de controle simplificada desta simulação em questão. Uma analogia pode ser feita a Figura 2 demonstrando o que cada dispositivo da malha de controle representa.

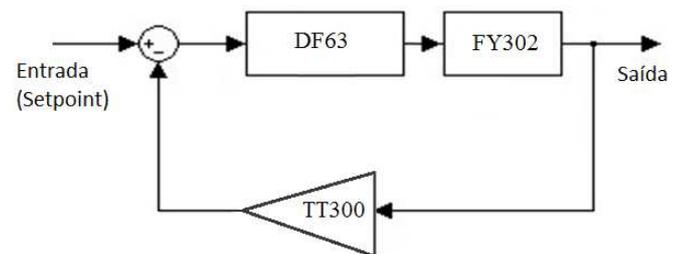


Fig. 12. Malha fechada com os componentes

Todos os componentes utilizados nesta simulação são componentes reais e utilizados em indústrias. O System302 nos oferece a modelagem destes dispositivos para que uma simulação de controle realizada pelo software seja a mais próxima da realidade possível.

A imagem abaixo foi retirada da simulação desenvolvida no System302, ela demonstra o transmissor de temperatura, o posicionador de válvula e o próprio tanque citados até então neste artigo.

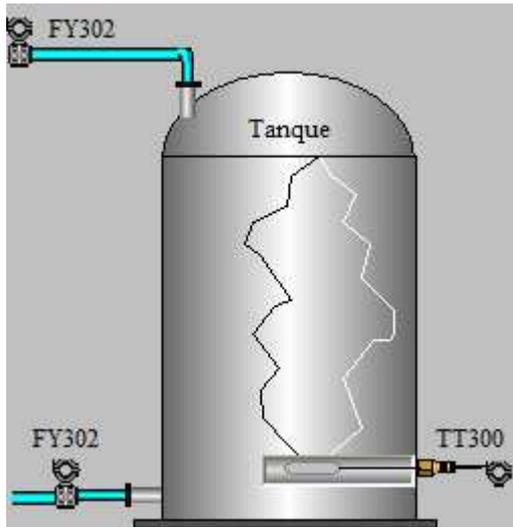


Fig. 13. Tanque e componentes

Por exemplo, quando for enviado um comando (Setpoint) para a água do tanque esquentar, a nova temperatura desejada será comparada com o valor lido pelo TT300. Caso a temperatura desejada seja superior da temperatura lida, o controlador DF63 enviará um comando para que a água do tanque seja esquentada.

Este comando é um sinal enviado para os posicionadores de válvula FY302 no qual a válvula superior irá inserir água quente no sistema e a válvula inferior irá retirar água do sistema (para manter o nível).

Quando a leitura do transmissor de temperatura for igual ao setpoint, o controlador irá enviar um comando para as válvulas de controle de fluxo fecharem.

O System302 possui uma ferramenta que possibilita acompanhar as variáveis do processo em tempo real e será utilizado para registrar o funcionamento do sistema criado. Na figura abaixo esta ferramenta é utilizada registrando um comando dado para a água aumentar da temperatura ambiente, ou seja, de 25°C para 65°C.

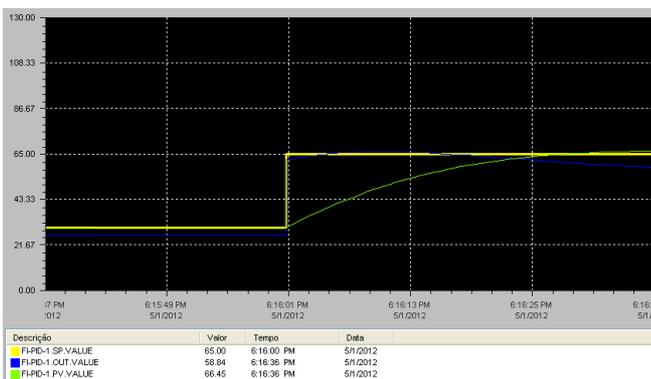


Fig. 14. Simulação do controle de temperatura

Pode-se notar na figura acima, que o setpoint é representado pela curva amarela, a curva azul demonstra a atuação da válvula feita pelo posicionador e a curva verde é a temperatura medida no tanque.

Um segundo comando é dado para a temperatura da água também aumentar de 25°C para 65°C, entretanto, o

valor do ganho proporcional programado no controlador foi aumentado.

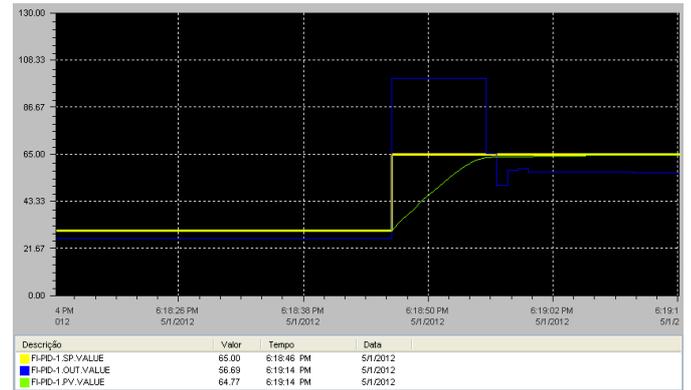


Fig. 15. Simulação com alto ganho proporcional

De acordo com as teorias básicas de sistemas de controle, ao aumentar o ganho proporcional de um compensador, aumenta-se a intensidade da atuação do sistema. Ao comparar a Figura 14 com a Figura 15, está nítido que a atuação da válvula (curva azul) praticamente dobrou, ou seja, a vazão de entrada de água quente foi aumentada e com isso a temperatura (curva verde) se elevou de forma mais acentuada atingindo a temperatura desejada mais eficazmente.

## VI CONCLUSÃO

O software System302 desenvolvido pela Smar mostrou-se uma ferramenta muito inovadora ao ter a capacidade de simular processos industriais de forma simples, entretanto tão eficazmente. Outro ponto muito positivo é a possibilidade de utilizar dispositivos de controle que simulam a dinâmica dos componentes de controle reais.

Com esta ferramenta torna-se possível a aplicação das teorias de controle estudadas em sala de aula de forma bem intuitiva e interessante.

## VII AGRADECIMENTOS

Os sinceros agradecimentos a empresa Smar por ter fornecido a Faculdade de Engenharia Elétrica uma licença acadêmica para a utilização do System302. Com ele simulações de plantas industriais podem ser estudadas e executadas em plena faculdade.

Os autores também agradecem ao núcleo de Automação e Controle da Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de trabalhar com uma ferramenta tão inovadora.

## VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ogata, K. *Engenharia de Controle Moderno*, 4ª Edição, Editora Prentice Hall, 2003
- [2] SMITH, C. A., CORRIPIO, A. B. *Princípios e Prática do Controle Automático de Processo*. Editora LTC, 2009.

[3] BEGA, E. A. *Instrumentação Aplicada ao Controle de Caldeiras*. 3ª Edição, Editora Interciência Ltda. ISBN: 85-7193-085-6

[4] DORF, R. C. *Sistemas de Controle Modernos*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

[5] CAMPOS, M. C. M. M., TEIXEIRA, H. C. G. *Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais*. Editora Edgard Blücher, 2006.