



INTRODUÇÃO VOLTADA A INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL

GUIA TÉCNICO (INSTRUMENTAÇÃO)

EDUARDO BALZANI
AUTOMA PROJETOS ELÉTRICOS E INSTRUMENTAÇÃO
CREA: 5062852353r

Í N D I C E

Introdução a Instrumentação industrial	3
Processo	5
Set-point, ou SP	5
Elemento Primário.....	5
Transdutor de medição.....	5
Instrumento de Medição (Transmissor)	6
Zero e Span (AFN)	6
Controlador	7
Elemento Final de Controle ou EFC.....	7
Variável Manipulada, ou MV	7
Modo automático.....	7
Modo manual.....	7
Exemplo: Sistema de controle de nível de água da caldeira.....	9
Exemplo: Desinfecção de águas residuais	15
Exemplo: Controle de Temperatura do reator químico.....	18
Outro tipo de instrumento.....	20
Indicador.....	21
Registrador.....	24
Chaves e alarmes de processo.....	28
Resumo	38
Revisão dos princípios fundamentais	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:	41



Consultoria - Comissionamento
Startup - Montagem e Execução de Obras
Treinamentos

Introdução a Instrumentação industrial

Instrumentação é a ciência que envolve medições das variáveis para controle automatizados em processos industriais. Aplicações desta ciência se destina a pesquisa moderna, na indústria, na vida cotidiana, em sistemas de controle de motores de automóveis, para casa, para pilotos de aeronaves, para a fabricação de medicamentos, e quase tudo que nos rodeia. **Este Guia Técnico explica alguns dos princípios fundamentais da instrumentação industrial, dando exemplos do cotidiano e sinalizando algumas armadilhas que encontramos em manuais, Diagramas, fluxogramas e afins.**

O primeiro passo, naturalmente, é a medição. Se não podemos medir uma variável, é realmente inútil tentar controlá-lo. Essa "**variável**" geralmente leva uma das seguintes formas na indústria:

- Pressão de um Fluido
- Vazão de um fluido
- A temperatura de um objeto
- Volume da vazão armazenado em um vaso
- Concentração química
- Posição, movimento ou aceleração de uma máquina
- Dimensão (s) física (s) de um objeto
- Contagem (inventário) de objetos
- Tensão elétrica, corrente ou resistência

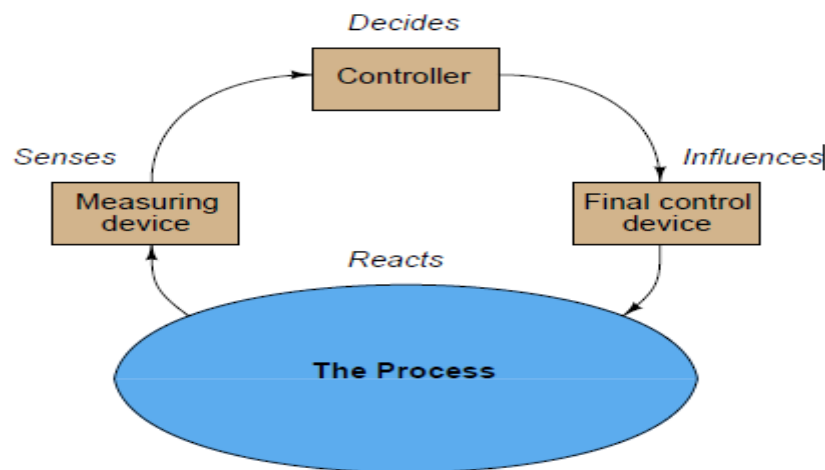
Uma vez que medimos a quantidade em que estamos interessados, geralmente transmitimos um sinal representando essa quantidade para um dispositivo indicador, registrador ou um sistema de banco de dados (computador) em que uma ação humana ou automatizada acontece. Se a ação de controle é automatizada, o computador envia um sinal para um dispositivo de controle (Controlador) que influenciara diretamente na variável de processo podendo ser qualquer uma relacionada acima ou outra que não relacionada.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Este dispositivo de controle final geralmente usa uma das seguintes formas:

- Válvula de controle (para estrangular o fluxo de um fluido)
- Motor elétrico
- Aquecedor elétrico

Tanto o dispositivo de medição quanto o dispositivo de controle se conecta a algum sistema físico que nós chamamos de **processo**. Para mostrar isso como um diagrama de blocos geral:



The process: O processo / Reacts: Reage

Measuring Device: Equipamento de medição/ Senses: Sentidos

Controller: Controle / Decides: decide

Final Control Device: Dispositivo de Controle Final / Influences: Influencias

O termostato doméstico é **um exemplo** de um sistema de medição e controle, a temperatura interna do ar é o "**processo**". **Neste exemplo**, o termostato geralmente serve duas funções: de sensoriamento e controle, enquanto o aquecedor adiciona calor para aumentar a temperatura, o ar condicionado extrai o calor para diminuir temperatura. O trabalho deste sistema de controle é manter a temperatura do ar.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Como o aquecedor ou ar condicionado toma decisões para corrigir a temperatura, temos para este fim o valor desejado (**chamado set-point ou ponto desejado**) que atua como uma referência para este sistema de controle. Os sistemas de medição e controle industriais têm seus próprios termos e padrões exclusivos, o que é o foco principal deste **Guia Técnico** lembrando que esses termos podem ser vistos no **Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) e na norma ANSI/ISA-S5.1** procure sempre ficar atento as revisões destes documentos normativos. Aqui estão alguns termos de instrumentação comuns e suas definições:

Processo

O sistema físico que estamos tentando controlar ou medir. **Exemplos:** filtração de água, sistema de fundição de metal, caldeira de vapor, unidade de refinaria de petróleo, unidade de geração de energia, entre outros. **Variável de processo ou PV:** a quantidade específica que estamos medindo em um processo. **Exemplos:** pressão, nível, temperatura, vazão, condutividade elétrica, pH, posição, velocidade, vibração, etc.

Set-point, ou SP

O valor pelo qual desejamos que a variável de processo seja mantida. Em outras palavras, o valor de "referência" para a variável de processo. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Elemento Primário

Um dispositivo que detecta diretamente a variável do processo e traduz a quantidade em uma representação analógica (tensão elétrica, corrente, resistência; força, movimento, etc.). Exemplos: termopar, termistor, tubo de Bourdon, microfone, potenciômetro, célula eletroquímica, acelerômetro, eletrodo de PH entre outros. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Transdutor de medição

Um dispositivo que converte um sinal de instrumentação padronizado em outro sinal de instrumentação padronizado, e / ou realizando algum tipo de processamento naquele sinal. **Este termo pode ser visto no VIM**

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Muitas vezes referido como um conversor e, por vezes, como um "relé". **Exemplos:** Conversor I / P (converte 4- Sinal elétrico de 20 mA em sinal pneumático de 3-15 PSI), conversor P / I (converte pneumáticos de 3-15 PSI sinal em sinal elétrico de 4-20 mA), extrator de raiz quadrada (calcula a raiz quadrada da entrada sinal).

Nota: no jargão geral da ciência, um "transdutor" é qualquer dispositivo que converta uma forma de energia em outro, como um microfone ou um termopar. Em instrumentação industrial, no entanto, geralmente usam "elemento primário" para descrever este conceito e reservam a palavra "transdutor" para se referir especificamente a um dispositivo de conversão para sinais de instrumentação padronizados.

Instrumento de Medição (Transmissor)

Um dispositivo que traduz o sinal produzido por um elemento primário em um sinal de instrumentação padronizado, como pressão de ar 3-15 PSI, corrente elétrica 4-20 mA DC, Pacote de sinal digital Fieldbus, Profibus, etc., que pode então ser enviado para um dispositivo indicador, registrador ou ambos, este sinal também pode ser enviado a um controlador. Valores da faixa classificados como inferior e superior, abreviados como **LRV** e **URV**, ou seja, valores do processo que são representados em escala no transmissor como 0% e 100% da faixa. **Por exemplo** se um transmissor de temperatura é parametrizado para medir um intervalo de temperatura a partir de 300 graus Celsius e terminando em 500 graus Celsius, 300 graus seria o LRV e 500 graus seria o URV. **Este termo pode ser visto no VIM**

Zero e Span (AFN)

Descrições alternativas para **LRV** e **URV** para os pontos 0% e 100% de uma faixa do instrumento. "**Zero**" refere-se ao ponto inicial da amplitude da faixa de um instrumento (equivalente a LRV), enquanto "**span**" refere-se à largura do seu intervalo (URV - LRV). Por exemplo, se um transmissor de temperatura estiver calibrado para medir uma faixa de temperatura a partir de 300 graus Celsius e terminando em 500 graus Celsius, seu zero seria 300 graus e sua amplitude seria de 200 graus. Termo muito utilizado em manuais e apostilas didáticas antigas.

Controlador

Um dispositivo que recebe um sinal de variável de processo (PV) de um elemento de detecção primário (PSE) ou transmissor, comparando esse sinal com o valor desejado (chamado setpoint) para aquela variável de processo, e calcular um valor de sinal de saída apropriado a ser enviado para um controle final elemento (FCE), como um motor elétrico ou válvula de controle. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Elemento Final de Controle ou EFC

Um dispositivo que recebe o sinal de saída de um controlador diretamente influenciar o processo. Exemplos: motor elétrico de velocidade variável, válvula de controle, aquecedor elétrico. Variável Manipulada, ou MV. Outro termo para descrever o sinal de saída gerado por um controlador. Este é o sinal que comanda (“**manipulando**”) o elemento de controle final para influenciar o processo. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Variável Manipulada, ou MV

Quando o nome está relacionado a uma variável podemos definir como (pressão, nível, temperatura, vazão, etc). Portanto o termo significa que estamos mudando a condição da variável de processo por mudança na variável controlada. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Modo automático

Quando o controlador gera um sinal de saída com base na relação de variável de processo (PV) para o set-point (SP). **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Modo manual

Quando a capacidade de decisão do controlador é ignorada para permitir que um operador humano interfira diretamente no sinal de saída enviado para o elemento final de controle. **Este termo pode ser visto na norma ANSI/ISA-S5.1**

Devemos ficar atentos já que muitos dos termos não estão associados ao (VIM) e a norma ANSI/ISA 5.1, mais ainda muito utilizados em manuais, livros e apostilas didáticos. Sempre usar estas referências para seus estudos e conclusões.

*Mais informações sobre terminologia podem ser adquiridas no Vocabulário Internacional de Metrologia mais conhecido com (VIM).
http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_20XX.pdf*

Consultoria - Comissionamento
Startup - Montagem e Execução de Obras
Treinamentos

Agora vamos explorar alguns exemplos práticos de sistemas de medição e controle para que você possa ter uma ideia melhor desses conceitos fundamentais.

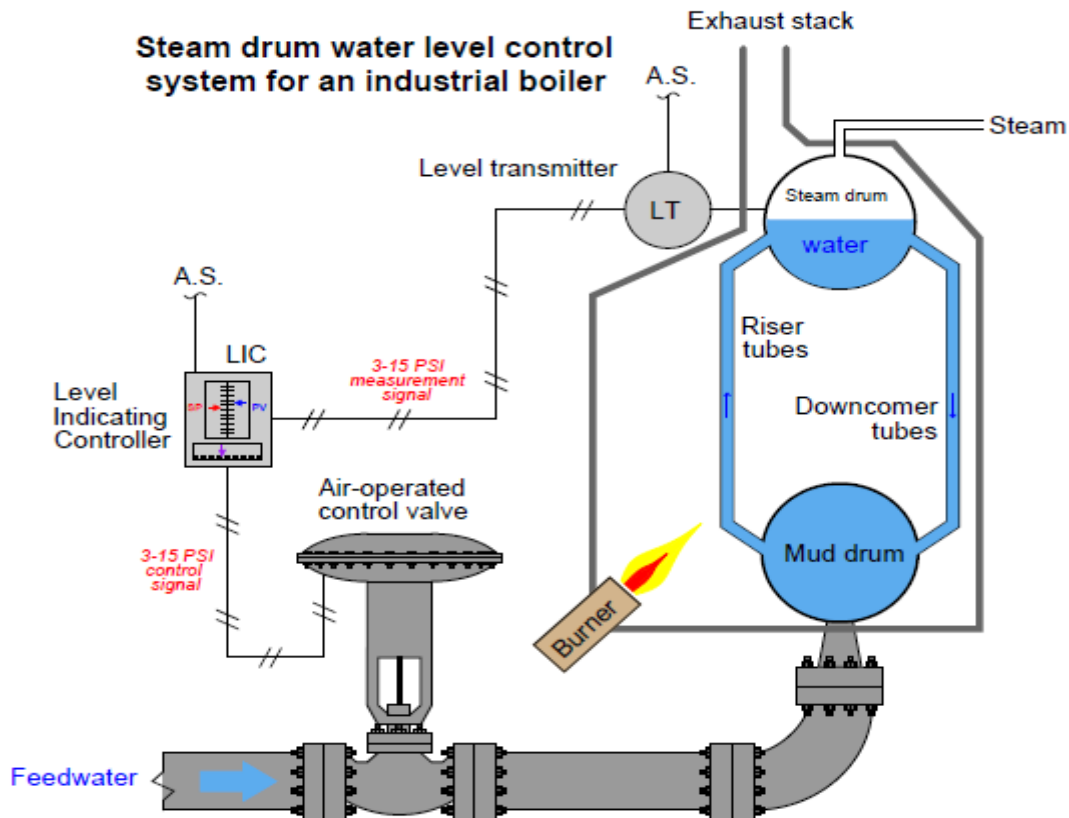
Exemplo: Sistema de controle de nível de água da caldeira

Caldeiras a vapor são muito comuns na indústria, principalmente porque a energia a vapor é tão útil, usos para o vapor na indústria incluem fazer trabalho mecânico (**por exemplo**, um motor a vapor movendo algum tipo de máquina), aquecendo, produzindo vácuos (através do uso de "**vapor**").

O processo de converter água em vapor é bastante simples: aquecer a água até ferver. Quem já cozinhou com uma panela com água sabe como funciona esse processo. Fazendo vapor continuamente, no entanto, o processo acima citado é um pouco mais complicado. Uma variável importante para medir e controlar em uma caldeira contínua é o nível de água no "**tubulão de vapor**" (o vaso superior em um tubo de água caldeira). A fim de produzir com segurança e eficiência um fluxo contínuo de vapor, devemos garantir que o tubulão de vapor nunca fique muito baixo ou muito alto em relação ao nível de água. Se não houver água suficiente no tubulão, os tubos de água podem secar e queimar pelo calor do fogo. Se houver muita água no tubulão, a água líquida pode ser transportada junto com o fluxo de vapor, causando problemas.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Nesta próxima ilustração, você pode ver os elementos essenciais de um sistema de controle de nível de água, mostrando transmissor, controlador e válvula de controle:



O primeiro instrumento neste sistema de controle é o transmissor de nível, ou "LT". O propósito deste dispositivo é medir o nível de água no tubo de vapor e relatar essa medição para o controlador na forma de um sinal padronizado. Neste caso, o tipo de sinal é pneumático: ar (pressão) enviada através de tubos de metal ou plástico. Quanto maior o nível de água no tambor, mais ar na saída de pressão pelo transmissor de nível. Como o transmissor é pneumático, ele deve ser fornecido com uma fonte de ar limpo e comprimido para seu bom funcionamento. Este é o significado do tubo "A.S." (Air Supply ou Suprimento de Ar) entrando no topo do transmissor.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Este sinal pneumático é enviado para o próximo instrumento no sistema de controle, o controlador ou "LIC". O objetivo deste instrumento é comparar o sinal do transmissor de nível com um valor de set-point inserido por um operador humano (o nível de água desejado no tubulão de vapor). O controlador gera um sinal de saída informando a válvula de controle para introduzir mais ou menos água para a caldeira para manter o nível de água do tubulão de vapor no ponto de ajuste. Tal como acontece com o transmissor, o controlador neste sistema é pneumático, operando totalmente em ar comprimido. Isso significa que a saída do controlador também é um sinal de pressão de ar, assim como o sinal emitido pelo transmissor de nível. Naturalmente, o controlador requer um suprimento constante de ar comprimido limpo no qual para executar seu trabalho, o que explica o tubo "A.S." (suprimento de ar) conectando-se a ele.

O último instrumento neste sistema de controle é a válvula de controle, sendo operado diretamente pelo sinal de pressão de ar gerado pelo controlador. Sua finalidade é influenciar a taxa de fluxo de água na caldeira, "vazão" modulando mais ou menos água conforme determinado pelo controlador de nível (LIC). Esta válvula de controle usa um diafragma grande para converter o sinal de pressão de ar em mecânico (força) para mover a válvula de aberta para fechada. Uma mola grande dentro do mecanismo da válvula fornece a força necessário retornar a válvula à sua posição normal, enquanto a força gerada pela pressão do diafragma trabalha contra a mola para mover a válvula na outra direção.

Quando o controlador é colocado no modo "automático", ele moverá a válvula de controle para qualquer posição e manter um nível constante de água no tubulão de vapor. A frase "ele moverá a válvula de controle para qualquer posição" sugere que a relação entre o sinal de saída do controlador, o sinal de variável de processo (PV) e o set-point (SP) pode ser bastante complexo. Se o controlador detectar um nível de água acima do ponto de ajuste, será necessária a ação necessária para trazer esse nível de volta para o set-point. Inversamente, se o controlador detectar um nível de água abaixo do set-point, a ação é necessária para elevar esse nível até o ponto de ajuste.

Considere uma situação em que a demanda de vapor da caldeira é muito baixa. Se não houver muito vapor sendo retirado da caldeira, isso significa que haverá pouca água fervida em vapor e, portanto, pouca necessidade de água de alimentação adicional a ser bombeada para a caldeira, a taxa de evaporação será muito maior.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Portanto, nessa situação, teríamos uma condição onde a válvula de controle estacionaria perto da posição totalmente fechada, permitindo apenas água suficiente na caldeira para manter o nível de água do tubulão de vapor no ponto de ajuste. Se, no entanto, adicionar água de alimentação à caldeira a uma taxa de fluxo muito maior, nesta situação, esperamos ver a válvula de controle muito mais perto de ser totalmente aberto, veja como o sistema de controle "**trabalha duro**" para manter uma constante de água no tubulão de vapor. Assim, vemos dois cenários exigindo diferentes posições de válvulas para satisfazer condições diferentes de operação da caldeira, mesmo que o set-point do nível da água não tenha mudado.

Um operador operando esta caldeira tem a opção de colocar o controlador em modo "**manual**". Neste modo, a posição da válvula de controle está sob controle direto do operador, com o controlador não atuando pelo sinal que é enviado pelo transmissor, mais ainda sim teremos a indicação da variável (nível), a placa controladora ainda mostrará a quantidade de água no tubulão de vapor, mas agora é responsabilidade exclusiva do operador mover a válvula de controle para a posição manter o nível de água no set-point.

O modo manual é útil para o operador durante as condições de partida e parada. [Isto é também útil para o técnico de instrumentação para solucionar problemas de um sistema de controle de mal comportamento.](#) Quando um controlador está no modo automático, o sinal de saída (enviado para a válvula de controle) muda em resposta a os valores da variável de processo (PV). Mudanças na posição da válvula de controle, por sua vez, naturalmente afeta o sinal da variável de processo através das relações físicas do processo. O que temos aqui é uma situação em que a causalidade é incerta. Se vemos a variável do processo mudando de maneira errada ao longo do tempo, isso significa que temos um transmissor com mau comportamento ou defeito (saída de um sinal errado), isto significa que a saída do controlador está errada (fazendo com que a válvula de controle mude a posição desnecessariamente), isto significa que a demanda de vapor está flutuando e fazendo com que o nível de água varie como. Enquanto o controlador permanecer no modo automático, nunca podemos ter certeza absoluta do que é causando está flutuação, porque a cadeia de causalidade é na verdade um loop, com tudo afetando tudo no sistema.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Uma maneira simples de diagnosticar esse problema é colocar o controlador no modo manual. O sinal de saída para a válvula de controle será fixado em qualquer nível que pode ser definido pelo operador ou pelo técnico. Se vemos o sinal da variável de processo se estabilizar de repente, sabemos que o problema tem alguma coisa relacionado com a saída do controlador. Se identificarmos o sinal da variável de processo de repente se tornar ainda mais errado, uma vez que colocamos o controlador no modo manual, sabemos que o controlador estava realmente tentando fazer seu trabalho corretamente no modo automático e a causa do problema está no próprio processo.

Como foi mencionado antes, este é um exemplo de um sistema de controle pneumático (ar comprimido), onde todos os instrumentos operam com ar comprimido e usam ar comprimido como meio de sinalização. **A instrumentação pneumática é uma tecnologia antiga, que remonta a muitas décadas.** Enquanto a maioria moderna dos instrumentos são de natureza eletrônica e micro processada, os instrumentos pneumáticos ainda encontram-se em aplicação na indústria. O padrão mais comum da indústria para sinais de pressão pneumática é de 3 a 15 PSI, com 3 PSI representando sinal de início da escala, e o 15 PSI final de escala assim representado. Intervalos de pressão alternativos para sinais pneumáticos encontrados às vezes na indústria incluem 3 a 27 PSI e 6 a 30 PSI. A tabela a seguir mostra o significado de diferentes pressões de sinal relacionadas ao nível saída do transmissor:

PRESSÃO DE AR DO SINAL DO TRANSMISSOR	NÍVEL DE AGUA DO TAMBOR D VAPOR
3 PSI	0 % (VAZIO)
6 PSI	25 %
9 PSI	50 %
12 PSI	75 %
15 PSI	100 % (CHEIO)

Da mesma forma, o sinal de saída pneumático do controlador para a válvula de controle usa os mesmos 3 a 15 PSI padrão para comandar posições diferentes da válvula:

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

PRESSÃO DO SINAL DE SAÍDA	POSIÇÃO DA VALVULA DE CONTROLE
3 PSI	0 % (TOTALMENTE FECHADO)
6 PSI	25 % ABERTO
9PSI	50 % ABERTO
12 PSI	75 % ABERTO
15 PSI	100% (COMPLETAMENTE ABERTO)

Deve notar-se que a tabela de calibração do transmissor mostrada anteriormente assume o transmissor medindo toda a faixa de nível de água possível no tubulão. Geralmente, este não é o caso. Em vez do transmissor ser calibrado de modo a detectar apenas uma faixa estreita de nível de água perto do meio do tubulão. Assim, 3 PSI (0%) não representará um tubulão vazio e nem 15 PSI (100%) representa um tubulão completamente cheio. Calibrar o transmissor assim ajuda a evitar a possibilidade de realmente o tubulão estar completamente vazio ou completamente cheio no caso de um operador incorretamente definir o valor do ponto de ajuste próximo a uma extremidade da escala de medição.

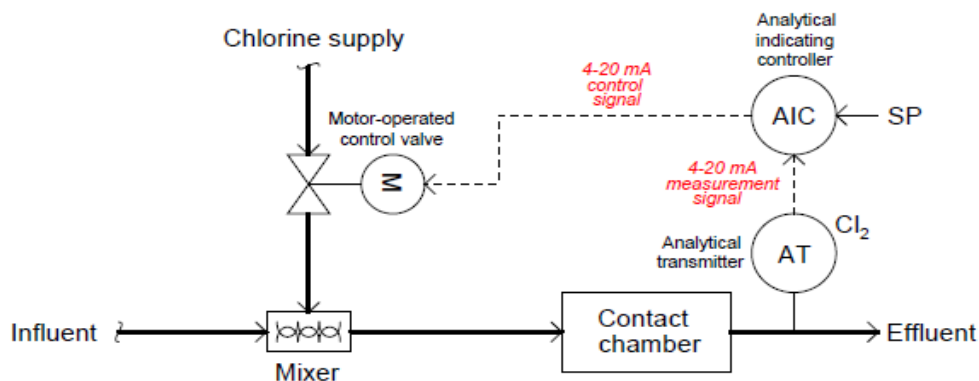
Uma tabela de exemplo mostrando este tipo de calibração realista do transmissor é mostrada aqui:

PRESSÃO DE AR DO SINAL DO TRANSMISSOR	NIVEL DE AGUA DO TAMBOR DE VAPOR REAL
3 PSI	40 %
6 PSI	45 %
9PSI	50 %
12 PSI	55 %
15 PSI	60 %

Exemplo: Desinfecção de águas residuais

O passo final no tratamento de efluentes antes de liberá-lo no ambiente natural é matar qualquer bactéria nociva. Isso é chamado de desinfecção, e o gás cloro é uma desinfecção muito eficaz. No entanto, assim como não é bom misturar pouco cloro na água de saída (efluente) porque podemos não desinfetar a água bem o suficiente, também há perigo de injetar muito cloro no efluente, porque então podemos começar a envenenar animais e micro-organismos inseridos no ambiente natural.

Para garantir a quantidade certa de injeção de cloro, devemos usar um analisador de cloro dissolvido para medir a concentração de cloro no efluente e usar um controlador para ajustar automaticamente a válvula de controle de cloro para injetar a quantidade certa de cloro em todos os momentos. O seguinte P & ID (Diagrama de Processo e Instrumento) mostra como esse sistema de controle pode se parecer:



O gás de cloro que vem através da válvula de controle se mistura com a água que entra (influyente), portanto há tempo para desinfetar na câmara de contato antes de sair para o meio ambiente.

O transmissor está rotulado "AT" (transmissor analítico) porque sua função é analisar a concentração de cloro dissolvido na água e transmitir essa informação para o sistema de controle, está letra A conforme a norma **ANSI/ISA 5.1** tem como significado análise, mais neste caso está representado como transmissor de cloro já que está é a variável do nosso diagrama acima. O "**Cl₂**" (notação química para uma molécula de cloro) escrito perto do círculo do transmissor declara isso para ser um analisador de cloro, mais está descrição (Cl₂) não mais é utilizada nos diagramas para que não se tenha poluição visual. A linha tracejada saindo do transmissor nos diz que o sinal é de natureza eletrônico, não pneumática, como foi o caso do exemplo anterior (sistema de controle de caldeiras).

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

O padrão mais comum e provável para a sinalização eletrônica na indústria é de 4 a 20 mA (Hart) que representa a concentração de cloro da mesma maneira que o sinal pneumático de 3 a 15 PSI padrão representado nível de água do tambor de vapor no sistema anterior:

SINAL DE SAÍDA DO TRANSMISSOR	CONCENTRAÇÃO DE CLORO
4 mA	0 % (SEM CLORO)
8 mA	25 %
12 mA	50 %
16 mA	75 %
20 mA	100 % (CONCENTRAÇÃO TOTAL)

O controlador é rotulado como "**AIC**" porque é um controlador de indicação analítica. Controladores são sempre designado pela variável de processo, eles são encarregados de controlar, neste caso o cloro do efluente. "**Indicar**" significa que há alguma forma de exibição que um operador ou técnico pode ler mostrando a concentração de cloro, "**Controlar**" que o controlador tentando manter ajustado a posição da injeção de cloro através (válvula).

Uma linha tracejada indo do controlador para a válvula indica sinal eletrônico de 4 a 20 mA (Hart) sinal de corrente contínua. Assim como com o padrão de sinal pneumático de 3 a 15 PSI no sistema de controle pneumático da caldeira, a quantidade de corrente elétrica neste trajeto do sinal relaciona-se diretamente para uma determinada posição da válvula:

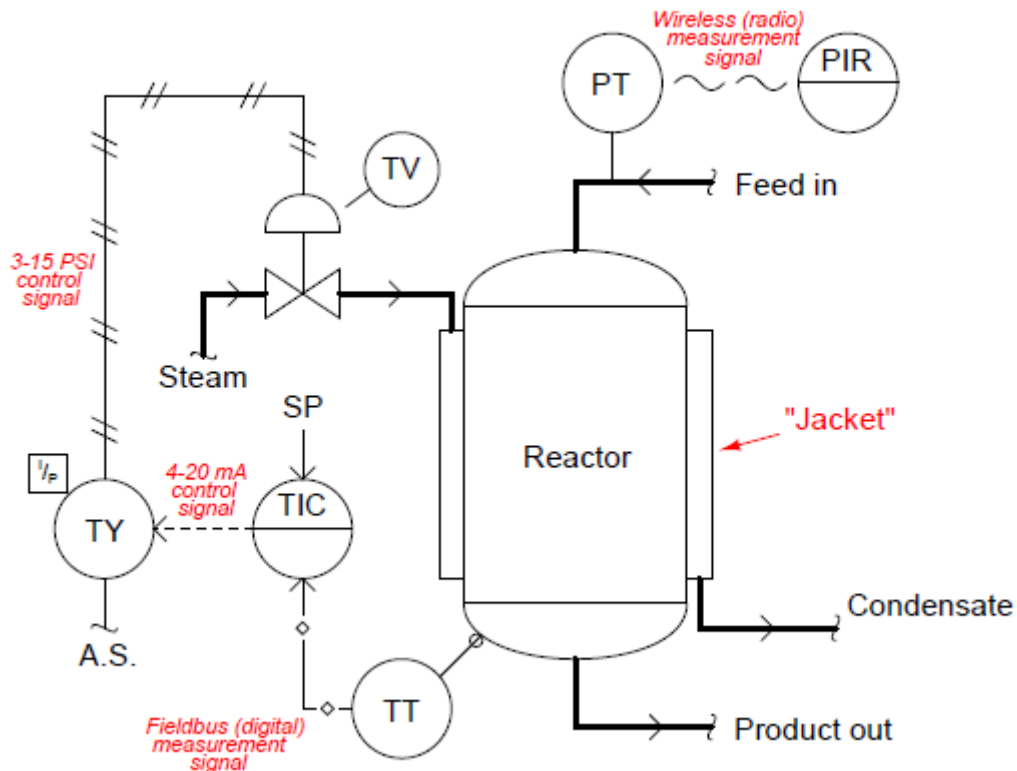
CORRENTE DO SINAL DE SAÍDA DO CONTROLADOR	POSIÇÃO DA VALVULA DE CONTROLE
4 mA	0 % (COMPLETAMENTE FECHADA)
8 mA	25 %
12 mA	50 %
16 mA	75 %
20 mA	100 % (COMPLETAMENTE ABERTA)

Nota: é possível que em alguns casos um transmissor ou um controle responda de maneira reversa a um sinal de instrumento como 3 a 15 PSI ou 4 a 20 mA. **Por exemplo**, está válvula poderia ter sido configurada para ser totalmente aberta a 4 mA e totalmente fechada a 20 mA. O ponto principal a ser reconhecido aqui é que a variável de processo detectada pelo transmissor a posição da válvula de controle é proporcionalmente representada por sinais analógicos.

A letra "M" dentro do círculo da válvula de controle nos diz que esta é uma válvula acionada por motor. Em vez de usar ar comprimido empurrando contra um diafragma de mola, como foi o caso na caldeira (sistema de controle), esta válvula é acionada por um motor elétrico girando um mecanismo de redução de engrenagem, o mecanismo de redução de engrenagem permite movimento lento da haste da válvula de controle, mesmo que o motor gira a um ritmo rápido. Um circuito de controle eletrônico especial dentro do atuador da válvula modula a energia elétrica ao motor elétrico para garantir que a posição da válvula corresponda exatamente ao sinal enviado pelo controlador. De fato, este é outro sistema de controle em si, controlando a posição da válvula de acordo com o sinal, "set-point" enviado por outro dispositivo (neste caso, o controlador AIT que informa a válvula a qual posição ir).

Exemplo: Controle de Temperatura do reator químico

Às vezes, vemos uma mistura de padrões de sinais de instrumentos em um sistema de controle. Tal é o caso para este sistema de controle de temperatura do reator químico, onde três padrões diferentes de sinal são usados para transmitir informações entre os instrumentos. Um P & ID (Processo e Diagrama de Instrumento) mostra as inter-relações das tubulações, vasos e instrumentos do processo:



O objetivo deste sistema de controle é garantir a solução química dentro do vaso do reator é mantido a uma temperatura constante. Uma "camisa" aquecida a vapor envolve o vaso do reator, transferir calor do vapor para a solução química no interior do reator. O sistema de controle mantém uma temperatura constante medindo a temperatura do vaso do reator e o vapor de estrangulamento de uma caldeira para a camisa de vapor para adicionar mais ou menos calor, conforme necessário.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Começamos como de costume com o transmissor de temperatura, localizado no fundo do tanque. Nota o tipo de linha diferente usado para conectar o transmissor de temperatura (TT) com o indicador de temperatura controlador (TIC): diamantes ociosos com linhas no meio. Isto significa um sistema eletrônico digital sinal do instrumento por vezes referido como um fieldbus em vez de um tipo analógico (tal como 4 a 20 mA 'Hart' ou 3 a 15 PSI). O transmissor neste sistema é, na verdade, um computador e, portanto, o controlador. O transmissor informa a variável do processo (temperatura do reator) ao controlador usando bits digitais de informação. Aqui não há uma escala analógica de 4 a 20 mA, mas sim tensão / corrente elétrica pulsos que representam os estados 0 e 1 de dados binários.

Os sinais de instrumentos digitais não são apenas capazes de transferir dados de processo simples, mas também pode transmitir informações de status do dispositivo (como resultados de testes de autodiagnóstico). Em outras palavras, o sinal digital proveniente deste transmissor não diz apenas ao controlador qual a sua temperatura, mas ele também pode informar ao controlador o quanto o transmissor está funcionando.

A linha tracejada que sai do controlador mostra que o sinal é eletrônico (analógico): provavelmente de 4 a 20 mA (Hart). Este sinal eletrônico não vai diretamente para a válvula de controle, no entanto, passa através de um dispositivo rotulado "TY", que é um conversor para converter o sinal eletrônico de 4 a 20 mA em um sinal pneumático de 3 a 15 PSI que então atua na válvula. Em essência, este conversor de sinal atua como um regulador de pressão de ar controlado eletricamente, levando a pressão do ar de 25 PSI e regulando-o até um nível comandado pelo sinal de saída eletrônica do controlador.

Na válvula de controle de temperatura (TV), o sinal de pressão pneumático de 3 a 15 PSI aplica uma força em um diafragma para mover o mecanismo da válvula contra a força restritiva de uma mola. A construção e operação desta válvula é a mesma que para a válvula de água de alimentação no sistema de controle de água da caldeira. Aqui temos um erro comum em diagramas onde sua condição por ser uma válvula de controle a nomenclatura correta conforme norma ANSI/ISA 5.1 seria (TCV) e não TV, onde V= Válvula, C = Controladora e T = Temperatura.

Um instrumento adicional conectado a este reator químico é um transmissor de pressão (PT) linha de alimentação. Embora não faça parte do loop de controle de temperatura, é mostrado aqui para ilustrar a instrumentação digital (sem fio ou wireless). Aqui, o transmissor informa sua medição para um indicador na sala de controle via sinais de rádio, usando códigos digitais muito parecidos com fieldbus para comunicar não apenas os dados básicos do processo, mas também diagnósticos do transmissor (dados de gerenciamento).

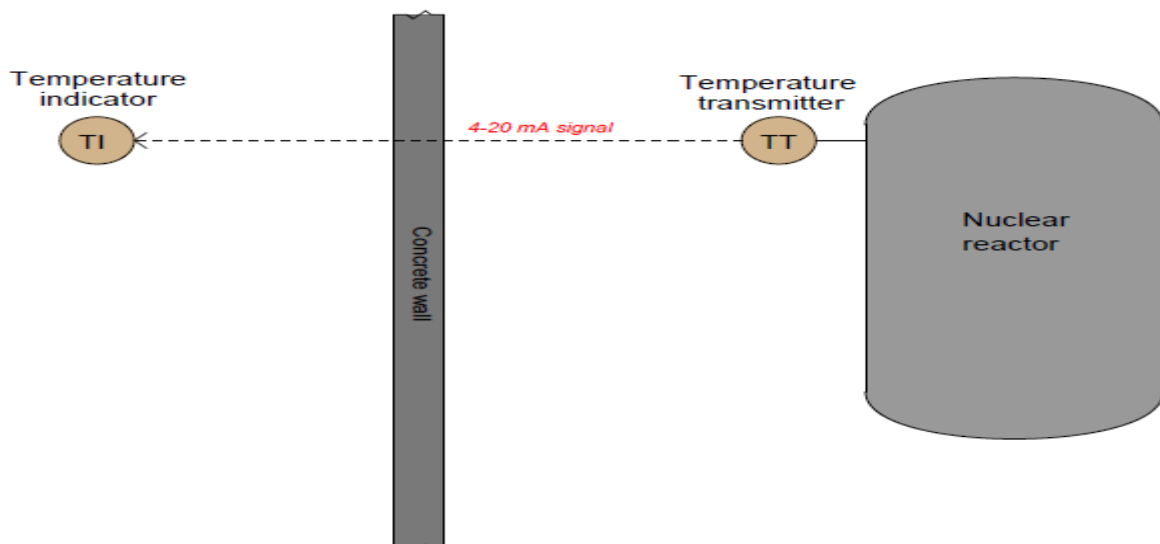
No início de implantações de sistemas sem fio ou (wireless), a instrumentação sem fio não é recomendada para aplicações de controle, e encontra seu maior uso em instrumentação de monitoramento de baixa prioridade, mais com o avanço da tecnologia essas características foram evoluindo e com a padronização desta tecnologia (**Norma ISA 100**) o controle já é uma realidade. Uma das principais vantagens dos instrumentos sem fio é que eles não exigem cabos de qualquer tipo para transferência de energia elétrica ou sinais. Assim, os instrumentos sem fio devem fornecer suas próprias necessidades de energia, geralmente com baterias de longa duração. Mais a bateria restringe a frequência com que esses instrumentos executam suas funções: dados menos frequentes transmissão resulta em maior duração da bateria, mas reduz proporcionalmente a praticidade do instrumento para controle em tempo real. Bloqueio potencial dos sinais de rádio de objetos em movimento, como grandes veículos (guindastes, elevadores, etc.) também apresenta desafios para sinalizar confiabilidade. Apesar dessas limitações a ausência total de sinal ou fiação de energia para um instrumento sem fio é um recurso essencial para aplicações wireless, portanto é mais uma ferramenta para nos ajudar a automatizar processos e, como qualquer outra ferramenta, tem suas vantagens e desvantagens.

Outro tipo de instrumento

Até agora, apenas analisamos instrumentos que detectam, controlam e influenciam variáveis de processo. Transmissores, controladores e válvulas de controle são **exemplos** respectivos de cada tipo de instrumento. No entanto, existem outros instrumentos para realizar funções úteis para nós.

Indicador

Um instrumento "auxiliar" comum é o indicador, cuja finalidade é fornecer uma indicação de um sinal de instrumento. Muitas vezes os transmissores de processo não são equipados com read outs para qualquer variável que eles medem: eles apenas transmitem um sinal de instrumento padrão (3 a 15 PSI, 4 a 20 mA, etc.) para outro dispositivo. O indicador é uma maneira conveniente de ver que a saída do transmissor sem ter que conectar um multímetro de teste e realizar cálculos de conversão. Além disso, os indicadores podem estar localizados longe de seus respectivos transmissores, fornecendo leituras em locais mais convenientes do que a localização do próprio transmissor. **Um exemplo em que a indicação remota seria prática é mostrado aqui, em um sistema de medição de temperatura do reator nuclear:**



Nenhum ser humano pode sobreviver perto do reator nuclear quando está em plena operação, devido à fluxo de radiação forte que é emitido. O transmissor de temperatura é construído para suportar a radiação, embora transmita um sinal eletrônico de 4 a 20 mA para um registrador localizado fora do edifício de contenção, onde é seguro para um operador. Não há nada que nos impeça de conectar a vários indicadores, em vários locais, para o mesmo sinal de 4 a 20 mA provenientes do transmissor de temperatura. Isso nos permite exibir a temperatura do reator em tantos locais quanto desejamos, uma vez que não há limitação absoluta de quão longe podemos conduzir um sinal de mA ao longo de fios de cobre.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Um indicador numérico e montado no painel de barras aparece nesta próxima foto:



Este indicador específico, fabricado pela Weschler, mostra a posição de um portão de controle, uma instalação de tratamento de águas residuais, tanto por valor numérico (98,06%) como pela altura de um gráfico de barras (muito perto de abrir completamente - 100%).

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Um estilo menos sofisticado de indicador montado em painel mostra apenas uma exibição numérica, como Modelo Red Lion Controls mostrado aqui:

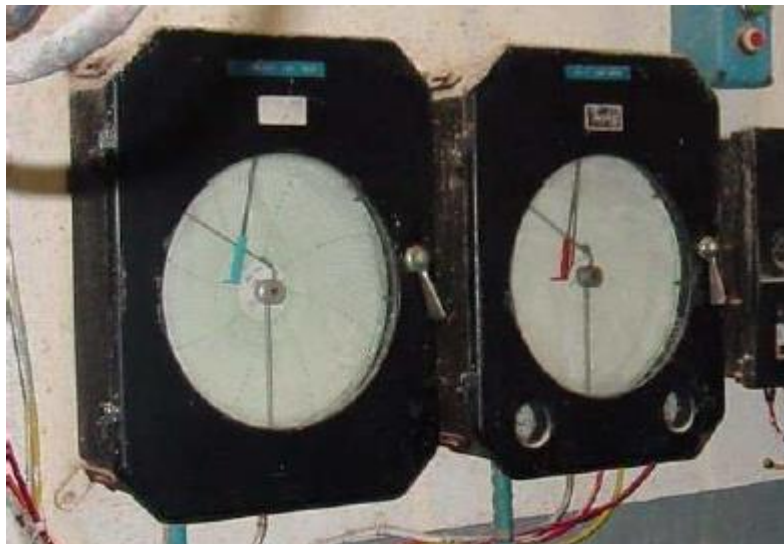


Os indicadores também podem ser usados em áreas de "campo" (processo) para fornecer indicação direta de variáveis se o dispositivo transmissor não tiver um indicador legível por si próprio. A seguinte fotografia mostra um indicador montado em campo da marca Rosemount, operando diretamente no loop de 4-20 mA:



Registrador

Outro instrumento “**auxiliar**” comum é o registrador (às vezes especificamente chamado de registrador gráfico ou um registrador de tendência), cuja finalidade é desenhar um gráfico da variável do processo. Registradores geralmente têm indicações embutidas para mostrar o valor instantâneo do sinal do instrumento sendo possível observar os valores de históricos, deste modo o operador pode ao mesmo tempo observar a variável em tempo real e seu histórico. Um registrador indicador de temperatura para o sistema do reator nuclear mostrado anteriormente seria designado como um “**TIR**” em conformidade com a Norma **ANSI/ISA 5.1**.

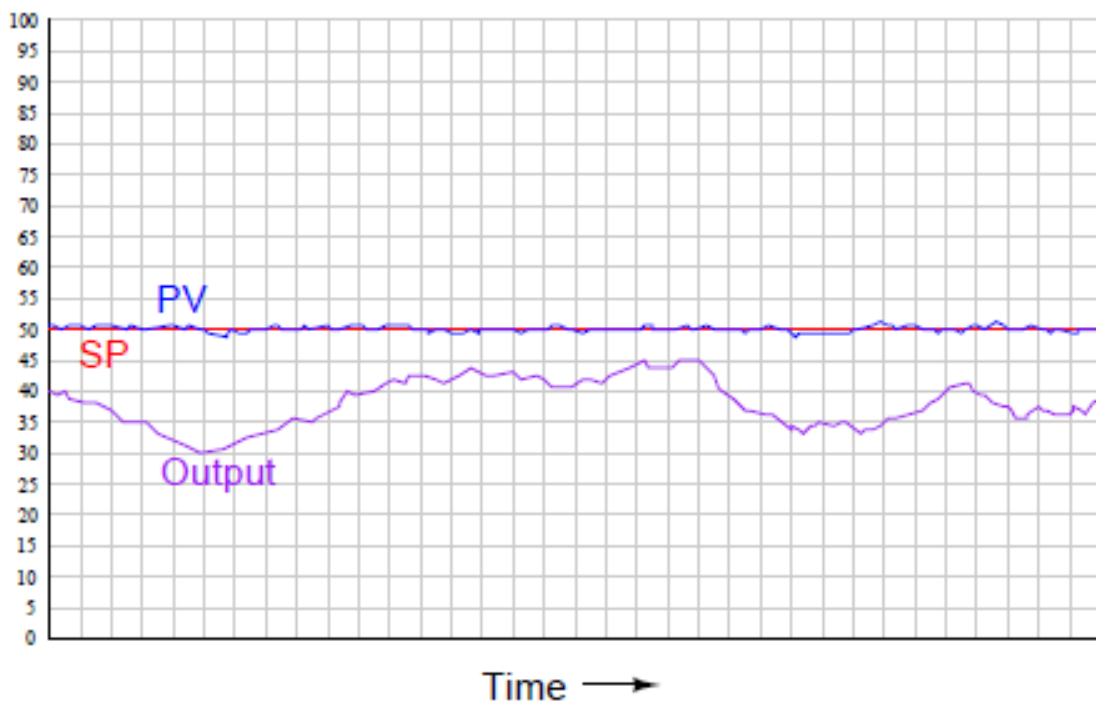


GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Mais dois registradores gráficos aparecem na próxima fotografia, um registrador de gráfico à direita e um registrador de gráficos sem papel à esquerda. O registrador de gráfico de tiras usa um rolo de papel desenhado em um ou mais canetas de movimento lateral, enquanto o registrador sem papel elimina o papel inteiramente desenhando linhas de tendência gráficas em uma tela de computador:



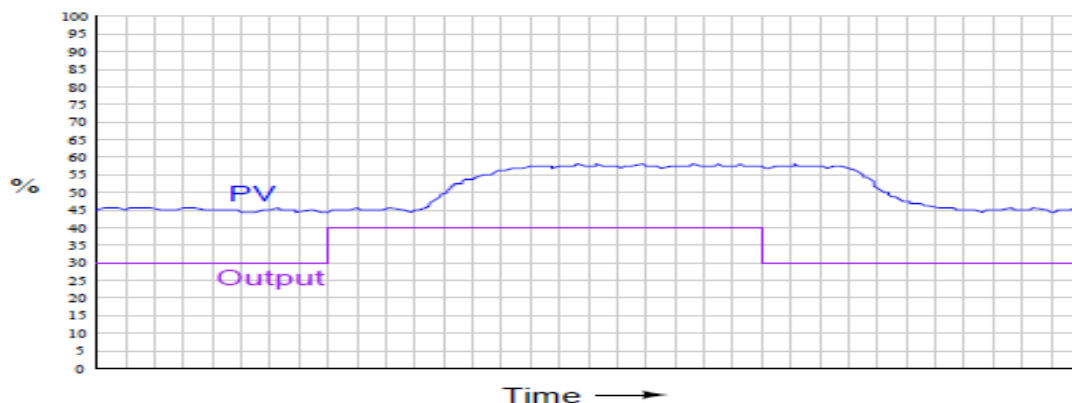
Registradores são extremamente úteis para solucionar problemas de controle de processo. Isso é especialmente verdadeiro quando o registrador está configurado para registrar não apenas a variável de processo, mas também o set-point e variáveis de saída também. Aqui está um exemplo de uma "tendência" típica mostrando a relação entre variável de processo, set-point e saída do controlador no modo automático, como representado graficamente por um registrador:



GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Aqui, o ponto de ajuste (SP) aparece como uma linha perfeitamente reta (vermelha), a variável de processo como linha irregular (azul) e a saída do controlador como uma linha muito acidentada (roxo). Nós podemos ver isso como tendência de que o controlador está fazendo exatamente o que deveria, mantendo o valor da variável de processo próximo a set-point, manipulando o elemento de controle final até onde for necessário. A aparência errática do sinal de saída não é realmente um problema, ao contrário da impressão que se tem quando mostrado este gráfico a uma pessoa que não é do ramo. O fato que a variável do processo nunca se desvia significativamente do ponto de ajuste isso nos diz que o sistema de controle está operando muito bem. O que explica a saída errada do controlador? Variações no processo carga, como outras variáveis no processo mudam ao longo do tempo, o controlador é forçado a compensar essas variações para garantir que a variável de processo não se desvie do set-point. Referenciando nosso exemplo anterior de um sistema de controle do nível da água da caldeira a vapor, uma destas variáveis demanda de vapor. Se esta tendência mostrar o nível da água do tubo de vapor (PV) e a posição da válvula de água de alimentação (Saída), as variações no sinal de saída do controlador podem ser indicativas de aumento na demanda de vapor, o controlador modulando o fluxo de água na caldeira para compensar adequadamente essa carga e manter um set-point bastante constante. Um sinal de saída descontrolado pode indicar um problema em algum outro lugar do processo (colocando demandas indevidas no sistema de controle), mas certamente nenhum problema com o próprio sistema de controle, ele está fazendo o seu trabalho perfeitamente bem.

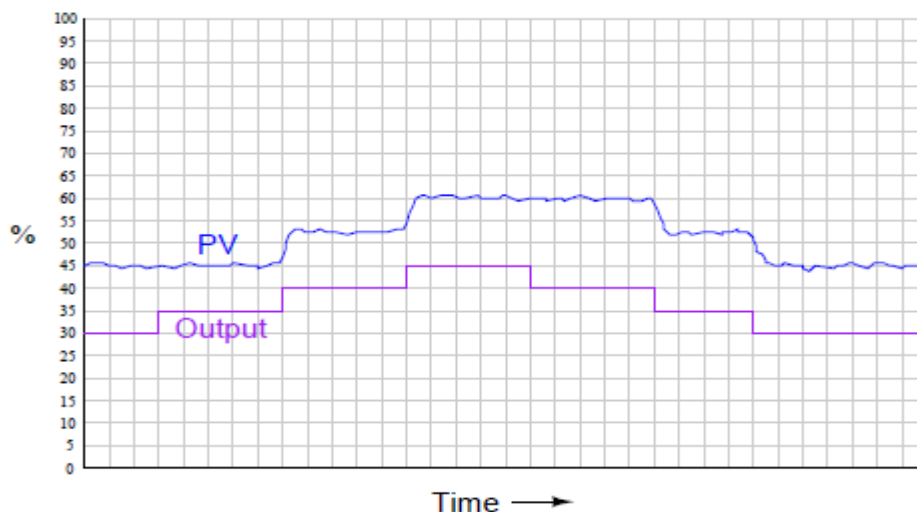
Os registradores tornam-se ferramentas de diagnóstico poderosas quando acoplados ao controle manual do controlador. Colocando um controlador no modo **"manual"** e permitindo ao operador atuação direta sobre o elemento de controle (válvula, motor, aquecedor), podemos dizer muito sobre um processo. Aqui está um exemplo de registrador de tendência para um processo no modo manual, onde a resposta da variável do processo é vista em gráfico em relação à saída do controlador, pois essa saída é aumentada e diminuída em etapas:



GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Observe o tempo de atraso entre o momento em que o sinal de saída é “**escalonado**” para um novo valor e quando a variável de processo responde à mudança. Esse tipo de atraso geralmente não é bom para um sistema de controle. Imagine tentar dirigir um automóvel cujas rodas dianteiras respondem à sua entrada no volante apenas após um atraso de 5 segundos! Este seria um carro muito desafiador para dirigir. O mesmo problema para qualquer sistema de controle industrial com um intervalo de tempo entre o elemento de controle final e o transmissor. Causas típicas desse problema incluem o atraso no transporte (onde há um atraso resultante do tempo de trânsito de um meio de processo desde o ponto de controle até o ponto de medição) e problemas mecânicos no elemento final de controle.

Este próximo exemplo mostra outro tipo de problema revelado por um registrador de tendência durante o modo manual (teste):



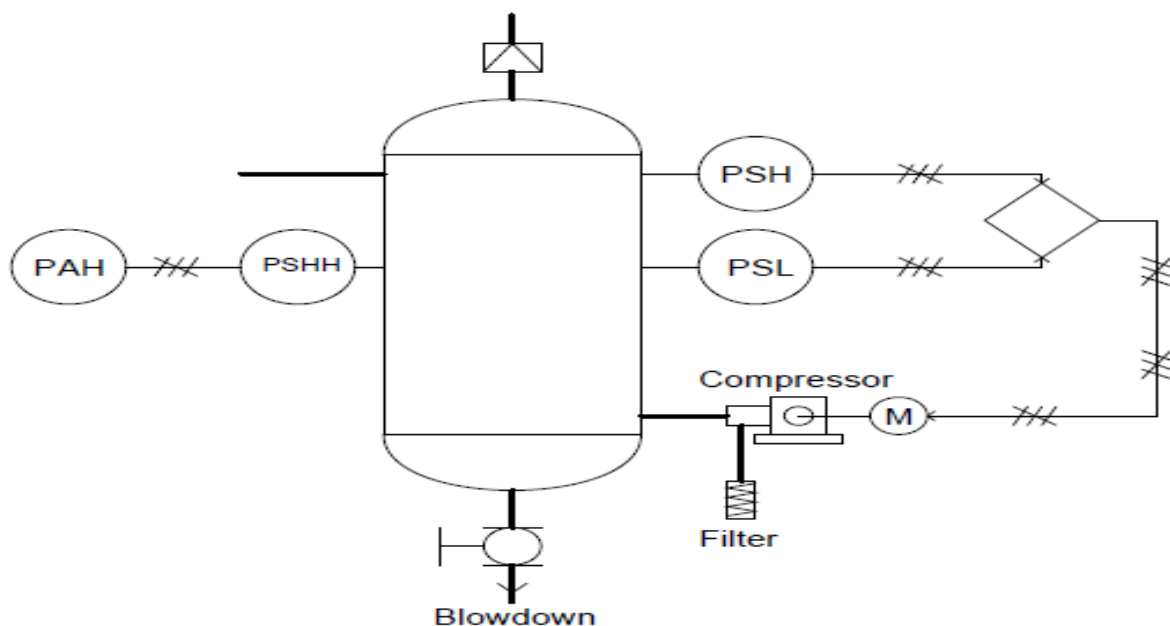
Aqui, vemos o processo respondendo rapidamente a todas as mudanças de etapa na saída do controlador, exceto para aqueles que envolvem uma mudança de direção. Este problema é geralmente causado por atrito mecânico no elemento final de controle (**por exemplo**, engaxetamento da haste da válvula, em uma válvula de controle acionada pneumaticamente) é análogo à direção “**folga**” em um automóvel, onde o motorista deve virar o volante e não vê mudanças de direção. Qualquer um que já tenha dirigido um antigo trator agrícola ou uma Kombi sabe como é esse fenômeno e como isso prejudica a capacidade de dirigir o trator ou uma Kombi em linha reta.

Dica, uma vez no mês de maneira alheatória, reserve um tempo para levantar as tendências do sistema de instrumentação para fins de diagnóstico. No nível mais simples, isso pode consistir em um multímetro digital (DMM) Conectado para medir a corrente de sinal, com seu modo de captura "**mínimo / máximo**" acionado. Em um nível mais complexo, pode ser um computador pessoal executando uma criação de gráficos em um software de dados, conectado ao sistema de instrumentação através de um módulo de aquisição de dados (DAQ) conversor de sinais analógicos de tensão ou sina de corrente em valores digitais legíveis pelo computador.

Chaves e alarmes de processo

Outro tipo de instrumento comum visto em sistemas de medição e controle é a chave de processo. A finalidade de uma chave é ligar e desligar com condições variáveis de processo. Normalmente, as chaves são usadas para ativar alarmes para alertar os operadores a tomarem ações de correção. Em outras situações, chaves são usados diretamente como dispositivos de controle.

O seguinte P & ID de um sistema de controle de ar comprimido mostra ambos os usos de chaves de processo:



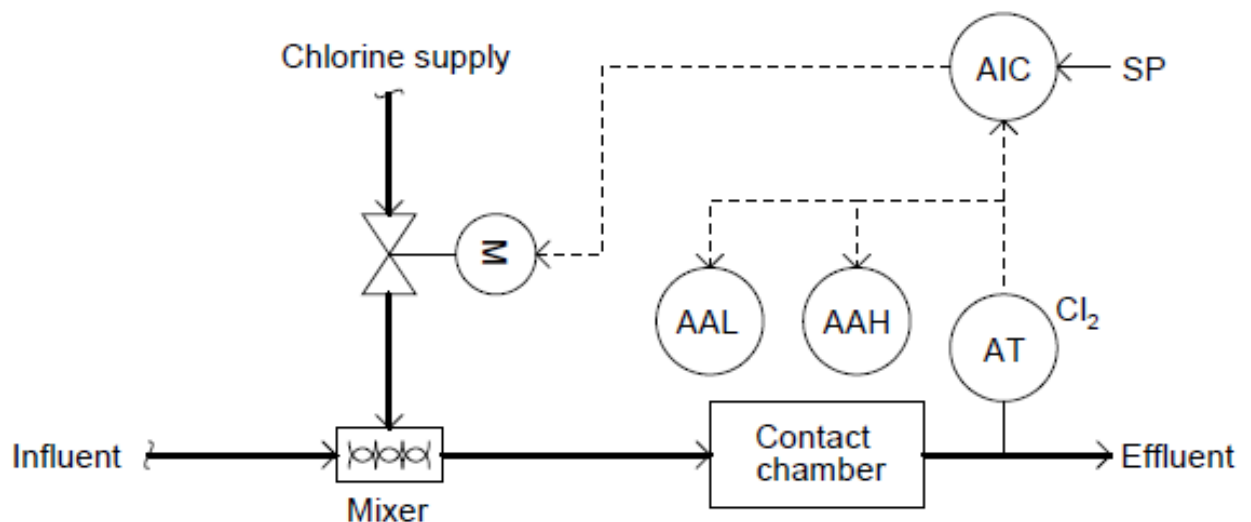
GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

O "PSH" (chave de pressão alta) é ativado quando a pressão do ar dentro do vaso atinge ponto de controle alto. O "PSL" (chave de pressão baixa) é ativado quando a pressão do ar dentro do vaso cai para o seu baixo ponto de controle. Ambas as chaves alimentam sinais elétricos (on / off) em um dispositivo de controle lógico que controla a partida e a parada do compressor de ar acionado por motor elétrico.

Outra chave neste sistema "PSHH" (chave de pressão, alto-alto) é ativado somente se a pressão do ar no interior do reservatório excede um nível além do ponto de corte alto/alto de pressão. Se esta chave for ativada, algo deu errado com o controle do compressor e o alarme de pressão alta (PAH, ou alarme de pressão, alto) é ativado para notificar um operador.

Todas as três chaves neste sistema de controle do compressor de ar são acionados diretamente pela pressão do ar, em outras palavras, estas são chaves diretas de detecção de processo. É possível, no entanto, construir dispositivos de comutação que interpretam sinais de **instrumentação padronizados**, como 3 a 15 PSI (pneumáticos) ou 4 a 20 mA (analógico eletrônico), permitindo-nos construir (on / off) sistemas de controle e alarmes para qualquer tipo de variável de processo mensurável com um transmissor.

Por exemplo, o sistema de desinfecção de águas residuais com cloro mostrado anteriormente pode estar equipado com um par de chaves de alarme para alertar um operador se a concentração de cloro excede limites de alto ou baixo:



GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

As etiquetas "AAL" e "AAH" referem-se a alarme analítico (qualquer variável que corresponde a instrumentação analítica, PH, condutividade e afins) baixo e alarme analítico alto, respectivamente. Observe como o diagrama mostra essas duas unidades de alarme conectadas ao eletrônico 20 mA) saída de sinal pelo analisador de cloro (AT). Isso nos diz as unidades de alarme AAL e AAH são apenas circuitos eletrônicos, alarmantes se o sinal analógico de 4-20 mA do transmissor analítico cair abaixo (AAL) ou exceder (AAH) limites predefinidos. Como tal, os alarmes AAL e AAH não percebem diretamente a concentração de cloro na água, mas indiretamente a detectam e monitoram a saída do analisador de cloro.

Como ambos os alarmes trabalham com a saída de sinal eletrônico de 4 a 20 mA transmissor (AT) em vez de detectar diretamente o processo, sua construção é bastante simplificada. Se estes fossem sensores de processo, cada um teria que estar equipado com a capacidade de detectar diretamente a concentração de cloro na água. Em outras palavras, cada chave tem que ser seu próprio analisador de concentração de cloro independente, com toda sua complexidade.

Um exemplo de tal módulo de alarme (acionado por um sinal de corrente de 4-20 mA) é o Moore Indústrias modelo SPA ("Site Programmable Alarm"), mostrado aqui:

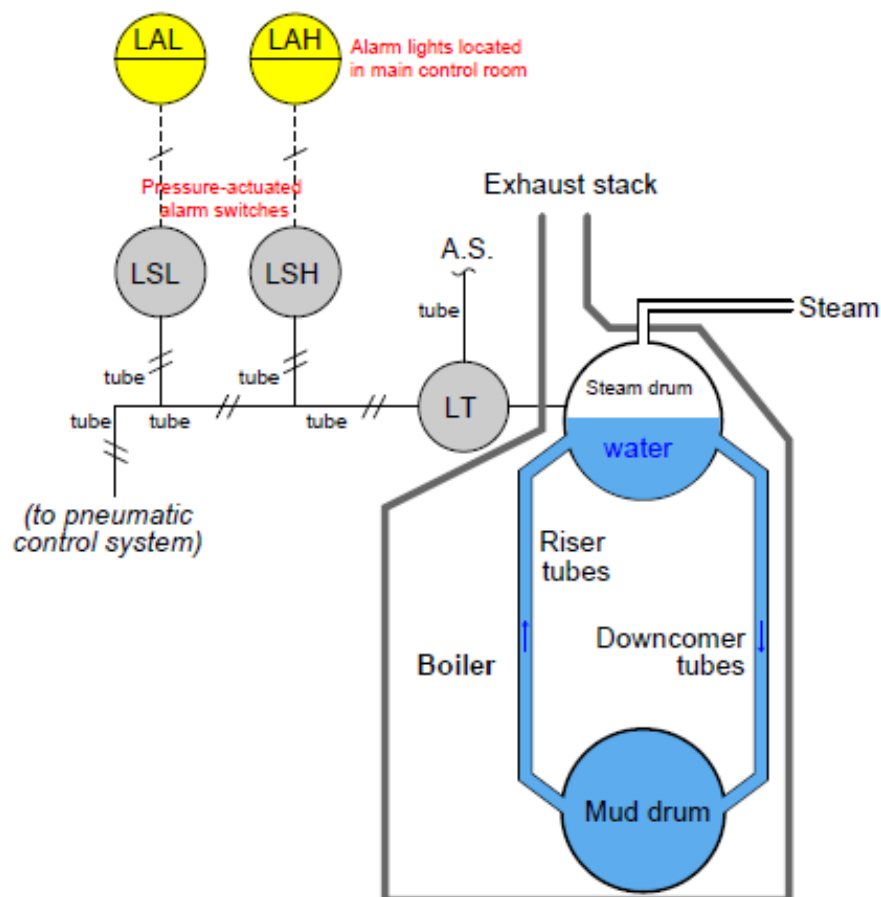


GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Além de fornecer capacidade de alarme, este módulo SPA também fornece um display digital pequeno em tela LCD) para mostrar o valor do sinal analógico para fins operacionais ou de diagnóstico.

Como todos os módulos de alarme operados atualmente, o SPA Moore Industries pode ser configurado para "trip" contatos elétricos quando o sinal atual atinge uma variedade de diferentes limites programados.

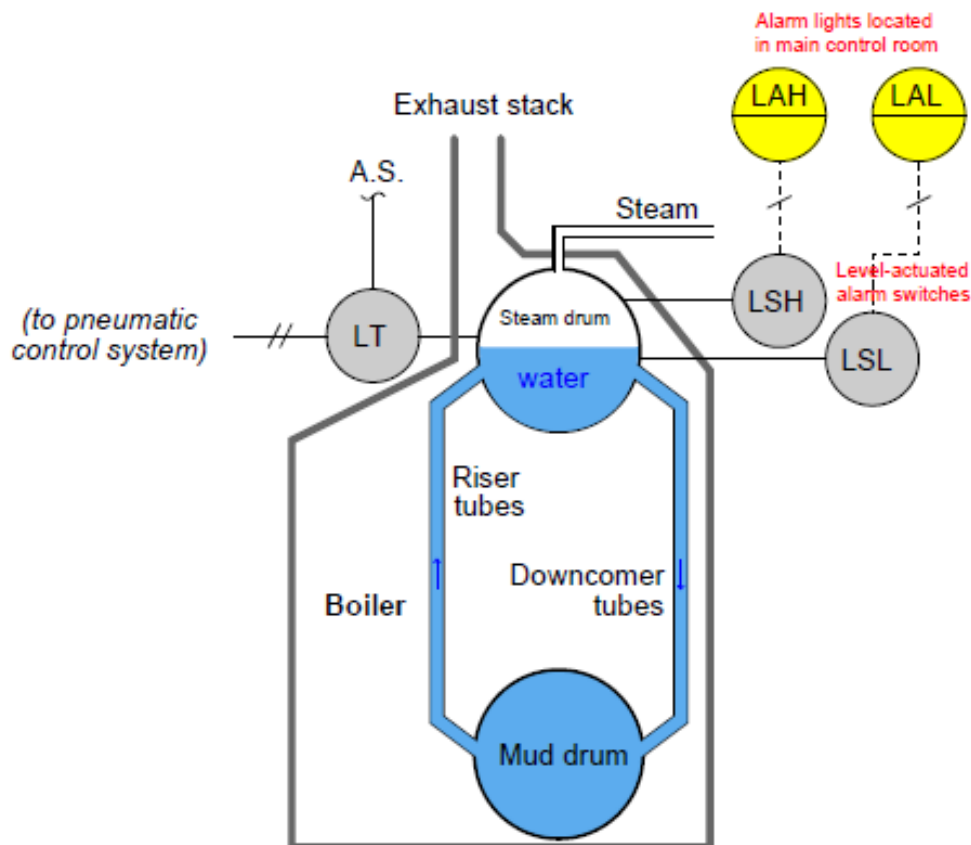
De maneira similar, podemos adicionar chaves de alarme de processo acionados por pressão pneumática (3-15 PSI) linhas de sinal provenientes de transmissores pneumáticos para adicionar capacidade de alarme a um sistema projetado para medição contínua. **Por exemplo**, se a capacidade de alarme alto e baixo for desejada para o processo descrito no início deste Guia Técnico, pode-se adicionar um par de pressurizados que alterna para a linha de sinal de saída 3-15 PSI do transmissor de nível pneumático:



GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Estas duas Chaves atuados por pressão servem como alarmes de nível de água, porque o sinal de pressão de ar vem do transmissor de nível pneumático, que produz um sinal de pressão de ar em proporção direta ao nível de água no tambor de vapor da caldeira. Mesmo que estímulo físico. Atuando cada chave é uma pressão de ar, as chaves ainda servem a finalidade de alarme de nível de líquido pois essa pressão de ar é um análogo (representação) do nível de água no tambor de vapor. Em outras palavras, estas duas chaves de alarme (LSL e LSH) indiretamente detectam o nível de água monitorando a pressão do sinal pneumático emitida pelo transmissor de nível (LT).

A alternativa ao uso de chaves acionados por pressão para sinalizar o status do alarme de nível de água seria para usar chaves de detecção de nível independentes ligados diretamente ao tambor de vapor, cada interruptor equipado com seu próprio método¹ de sentir diretamente o nível da água:



GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Deve ser mencionado que a escolha entre usar chaves de alarme de processo atuados diretamente pelo processo versus chaves de alarme acionadas pelo sinal analógico proveniente de um transmissor não é arbitrário. No sistema onde as duas chaves de alarme atuam do transmissor 3-15 PSI sinal de saída, a integridade do controle do nível de água e dos alarmes de nível alto e baixo tudo depende da função adequada de um transmissor. Se esse transmissor falhar, as três funções do sistema seriam comprometidas. Isso coloca muita importância em um único instrumento, **o que pode não ser desejável do ponto de vista da confiabilidade e segurança do processo.** No sistema onde cada chave de alarme de nível detectou independentemente o nível de água no tubulão de vapor, um dispositivo pode falhar sem comprometer qualquer das outras duas funções. Essa independência é desejável porque reduz a probabilidade de falhas de "causa comum", onde uma única falha desativa múltiplos funções do sistema.

A determinação final deve ser baseada em uma análise rigorosa da confiabilidade do dispositivo versus que é tipicamente a tarefa de um **engenheiro de processo.**

¹*Estas podem ser chaves acionadas por flutuadores, onde cada chave é acionada mecanicamente pela flutuação de uma cavidade, flutuador de metal descansando na superfície da água. Outra tecnologia utiliza eletrodos de metal inseridos na água, detectando o nível de água por condutividade elétrica, quando o nível da água atinge a ponta da sonda, um circuito elétrico está fechado.*

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

As chaves de alarme de processo podem ser usadas para acionar um tipo especial de dispositivo indicador conhecido como anunciador. Um anunciador é uma matriz de luzes indicadoras e circuitos associados projetados para proteger a atenção de um operador ² piscando e soando uma campainha audível quando um processo de chaves atua em um estado anormal. O estado de alarme pode então ser "**reconhecido**" por um operador pressionando um botão, fazendo com que a luz de alarme permaneça acesa (sólida) em vez de piscar e silenciando a campainha. A luz indicadora não se desliga até a condição de alarme real (a chave de processo) retorne ao seu estado regular.

Esta fotografia mostra um anunciador localizado em um painel de controle para uma grande bomba acionada pelo motor. Cada quadrado de plástico branco com escrita é um painel translúcido cobrindo uma pequena lâmpada. Quando ocorre uma condição de alarme, a respectiva lâmpada pisca, fazendo com que o plástico branco translúcido brilhe, destacando para o operador qual alarme está ativo:



Observe os dois botões abaixo indicados com o nome "**Test**" e "**Acknowledge**". Pressionando o botão. O botão "**Reconhecer**" irá silenciar a campainha sonora e também transformar qualquer luz de alarme piscando em estado (sólido) até que a condição de alarme seja eliminada, momento em que a luz se apaga completamente. Pressionar o botão "**Test**" (Teste) ativa todas as luzes de alarme, para garantir que todas as lâmpadas ainda estejam funcionando.

²D.A. Strobhar, escrevendo no *The Instrument Engineers 'Handbook* sobre o assunto de gerenciamento de alarmes, intensamente observa que os alarmes são a única forma de instrumento "cuja única finalidade é alterar o comportamento do operador". dispositivos instrumentais trabalham para controlar o processo, mas somente os alarmes funcionam para controlar o operador.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

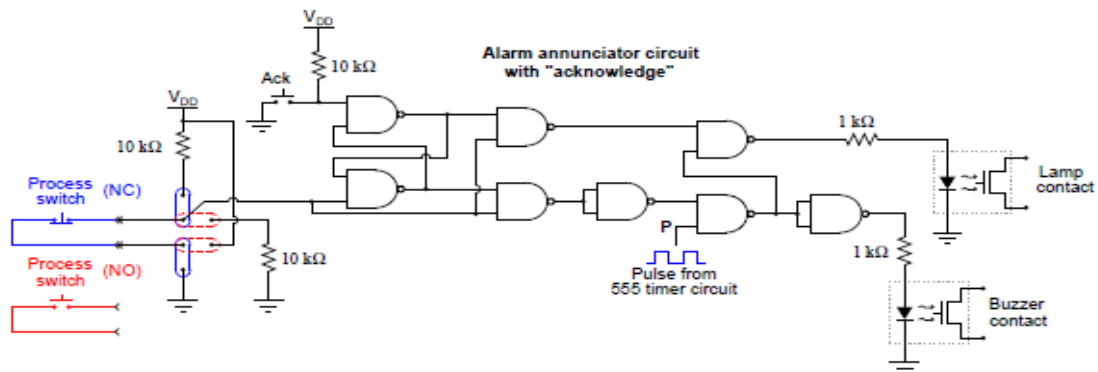
Abriu o painel frontal deste anunciador revela unidades de relé modulares controlando o piscar e funções de trava de reconhecimento, uma para cada luz de alarme:



Este design modular permite que cada canal de alarme seja atendido sem necessariamente interromper a função de todos os outros no painel do anunciador.

GUIA TÉCNICO - Introdução a Instrumentação Industrial -

Um circuito de porta lógica simples ilustra o recurso de trava e de reconhecimento (aqui implementado um circuito de trava S-R) comum a todos os anunciadores de alarme de processo:



Os anunciadores montados no painel estão se tornando uma coisa do passado, como exibições de alarme baseadas em computador substituídos por recursos avançados, como registro de horas, **gravação de primeiro** (evento³) e camadas de aclamação / acesso. O registro de tempo é de particular importância nas indústrias de processo, como a sequência de eventos é muitas vezes extremamente importante em investigações após uma condição operacional anormal. Sabendo o que deu errado, e em qual ordem isso acontece é muito mais informativo do que simplesmente sabendo quais alarmes dispararam.

³Quando uma máquina complexa ou processo com muitos sensores desligados automaticamente, pode ser difícil discernir depois do fato que um dispositivo de desligamento era responsável. Por exemplo, imagine um gerador movido a motor desligando automaticamente porque um dos sensores de "trip" do gerador detectou uma condição de subtensão. Uma vez o motor desliga, no entanto, vários sensores de trip mostrarão condições anormais simplesmente porque o motor não está girando mais. O sensor de pressão do óleo é um exemplo disso: uma vez que o motor é desligado, não haverá mais qualquer pressão de óleo, fazendo com que o alarme seja ativado. O alarme de subtensão também se enquadra nessa categoria: uma vez que o motor é desligado, o gerador não estará mais girando e, portanto, sua tensão de saída deve ser zero. O problema para qualquer operador encontrar o mecanismo de desligamento é que ele ou ela não pode dizer qual deles foi a causa inicial do desligamento e que simplesmente foi ativado após o fato, uma vez que o motor desligou. A o painel do anunciador que mostra uma luz de baixa tensão e uma de baixa pressão de óleo não indica qual dessas condições realmente causaram o desligamento do gerador. Um anunciador de "primeiro evento" (às vezes chamado de "primeiro a sair"), no entanto, mostra qual sensor de trip foi o primeiro a ser ativado, revelando assim a causa inicial do evento.

Resumo

Os **técnicos de instrumentação** mantêm a operação segura e eficiente da medição industrial em sistemas de controle. Esta carreira requer um amplo domínio de habilidade técnica. Instrumentação é mais que apenas física, química, matemática, eletrônica, mecânica, teoria de controle, risco análise ou solução de problemas. Um técnico de instrumentação deve conhecer todo este conjunto, e mais importante, como sintetizar e aplicar esses conhecimentos a aplicações reais.

A diversidade técnica desta profissão é assustadora. O desafio, é a continuação e adoção de novas tecnologias. O advento de novas tecnologias, no entanto, não necessariamente renega tecnologias ultrapassadas. É bastante comum encontrar instrumentos de última geração a mesma facilidade que instrumentos de décadas, redes fieldbus digitais correndo ao lado de 3 a 15 tubos de sinal pneumático, sensores baseados em microprocessador montados ao lado de termômetro e chaves. Assim, o técnico competente em instrumentação deve estar confortável trabalhando tanto com velhas e novas tecnologias, entendendo seus méritos, fraquezas e, especialmente, suas interações.

É por isso que a habilidade mais importante para um técnico de instrumentação é a capacidade de ensinar a si mesmo. É impossível preparar-se totalmente para uma carreira como está com qualquer quantidade de escolaridade preparatória. O a profissão é tão ampla e a responsabilidade tão grande, e a paisagem tão continuamente sujeita a mudança, que a aprendizagem ao longo da vida para o técnico de instrumentação é uma questão de sobrevivência profissional.

Talvez o fator determinante da capacidade de uma pessoa aprender independentemente seja habilidade na leitura. Ser capaz de “digerir” a palavra escrita isto é a chave para aprender o que é difícil ou impraticável. Em uma época em que a informação é prontamente acessível, o perito a leitura tem a vantagem de alavancar gerações de especialistas em praticamente qualquer assunto. Melhor de todos, a leitura é uma habilidade que qualquer um pode dominar, e todos deveriam.

Meu conselho para todos aqueles que desejam se tornar aprendizes autodidatas é construir uma biblioteca de leitura com material sobre assuntos que lhe interessam (espero que a instrumentação seja um desses assuntos!), e depois mergulhe nessas escritas. Sinta-se à vontade para marcar seus livros, ou faça anotações em separado, de modo a participar ativamente na sua leitura. Tente o máximo possível abordar a leitura como se você estivesse conversando com o autor, faça perguntas, desafie conceitos e ideias, e não pare de fazê-lo até que você possa ver claramente o que o autor está tentando dizer.

Eu também aconselho escrever sobre o que você aprende, porque explica novas ideias em suas próprias palavras ajudando você a consolidar o aprendizado “**e o torna seu**” de uma maneira que poucas outras atividades fazem. Você não necessariamente tem que escrever seu próprio livro, mas o ato de expressar o que você aprendeu é uma poderosa ferramenta, não só para construir compreensão, mas também para revelar o que você não conhece (ainda), um método que usei com grande sucesso é imaginar-me tendo que explicar um novo conceito para uma criança inteligente, alguém com capacidade mental suficiente para compreender o conceito, mas que não poderia compreender uma apresentação sofisticada do mesmo. Este exercício mental obriga você a explicar as coisas simplesmente sem erro (pois qualquer pessoa pode inventar uma explicação que seja simples ou errada). Todos os professores conhecem o poder dessa técnica, você nunca aprende um assunto tão bem quanto quando se precisa ensinar para outra pessoa.

Um ensaio divertido e informativo para ler sobre esse assunto é Mortimer Adler, como marcar um livro, amplamente divulgado na internet. Nele, Adler argumenta de forma persuasiva sobre o hábito de anotar os livros que você lê e dá algumas dicas práticas para fazer isso. Ele diz que ler um livro deve ser uma espécie de conversa com o autor, onde o fluxo de informação não é apenas do autor para você, mas também de você para si mesmo como você questionar, considerar e até mesmo argumentar os pontos do autor.

Revisão dos princípios fundamentais

Aqui é mostrada uma lista parcial de princípios aplicados no assunto deste **Guia Técnico**, dado para o propósito de expandir a visão do leitor dos conceitos deste **Guia Técnico** e de suas inter-relações gerais com conceitos em outras partes do **Guia Técnico**. Suas habilidades como solucionador de problemas e como aprendiz ao longo da vida será grandemente melhorado através do domínio das aplicações destes princípios a uma variedade de tópicos, quanto mais variados, melhor.

- Sinal representativo: usando um meio de sinalização como ar comprimido, corrente elétrica, ou pulsos de tensão para representar alguma faixa da variável medida.
- Falhas comuns: quando várias funções em um sistema dependem de um único elemento, a falha desse elemento fará com que todas as funções dependentes falhem. Relevante para o design do processo (chaves de alarme).
- Feedback negativo: quando a saída de um sistema é alimentada de forma degenerativa para a entrada desse mesmo sistema, o resultado é um ganho diminuído (global) e maior estabilidade. Relevante para loop ação do controlador, para que um sistema de controle seja estável, o feedback deve ser negativo.
- O quanto é importante saber quais referencias usar com relação documentos normativos que auxiliam nas suas atividades do dia a dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Adler, Mortimer, "How to Mark a Book", The McGraw-Hill Reader, McGraw-Hill Book Company, New York, NY, 1982.

Lipták, Béla G. et al., Instrument Engineers' Handbook – Process Software and Digital Networks, Third Edition, CRC Press, New York, NY, 2002.

ANOTAÇÕES:

ANOTAÇÕES:

**Espero que você tenha apreciado a leitura e que ajude no seu dia a dia nas soluções dos problemas com diagnósticos mais precisos.
Vamos compartilhar conosco qual foi o problema que você enfrentou e como você o resolveu.**

Compartilhe via comentários no fórum ...no site <https://www.automaprojetos.com.br/forum>

Se gostou do guia se registre como membro no site acima e de seu like no artigo.

Data da Postagem: 15/03/2019

**José Eduardo Balzani Júnior – Registro CREA 5062852353 – Fone: (19) 99573-3755 –
automa.pei@gmail.com**

Consultoria - Comissionamento
Startup - Montagem e Execução de Obras
Treinamentos