



# Simbologia e Nomenclatura de de Controle de Processos



Prof<sup>a</sup> Ninoska Bojorge

<http://www.professores.uff.br/controldeprocessos-eq>

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – UFF

## Sumário

2

### Diagramas P & ID / Simbologia / Nomenclatura

- Revisão de símbolos de diagrama do processo.
- Descrever o uso de diagramas de processo e as informações neles contidas.
- Fluxograma do processo: PFD
- Fluxogramas de processo e instrumentação: P&ID.
- Simbologia de diversos equipamentos/Instrumentação de processos

### Objetivo

Simplificar e globalizar o entendimento dos documentos

No Brasil

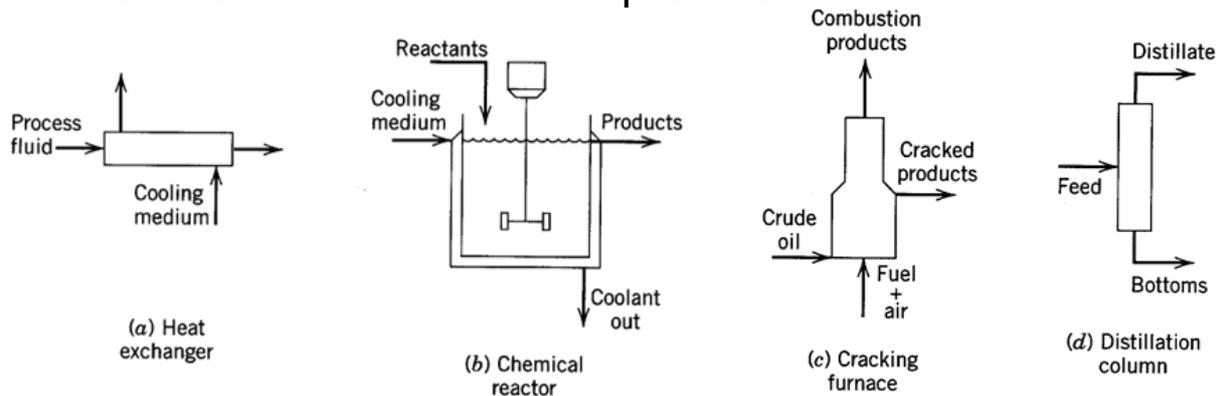
NBR 8190 apresenta e sugere o uso de símbolos gráficos para representar os instrumentos e suas funções ocupadas nas malhas de instrumentação e controle de processos.

Alternativa: ISA

# Introdução ao Controle de Processo

3

- **Processo:** Desde o ponto de vista de operação é um lugar onde matéria e energia, são tratados para dar como resultado um produto desejado ou estabelecido. Desde o ponto de vista de controle é um bloco com uma ou mais variáveis de saída que ha de ser controladas atuando sobre as variáveis de entrada manipuladas.



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Terminologia de Controle de Processo

4

- **Variável Controlada** – é a variável que quantifica o desempenho ou a qualidade do produto final, também chamada de variável de saída.
- **Variáveis Manipuladas** – são as variáveis de entrada que são ajustadas dinamicamente para manter as variáveis controladas em seus set-points.
- **Variáveis de Perturbação** - estes também são chamados de variáveis "cargas" e representam as variáveis de entrada que podem causar algum desvio nas variáveis controladas de seus respectivos pontos de ajuste.

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Instrumentos/Equipamentos

5

São os componentes físicos que estão contidos no Processo, compondo todas as suas partes funcionais.

- Equipamentos - Bombas, vasos, tanques, vibradores, colunas, misturadores, pasteurizadores, silos, motores, clarificadoras, biorreatores, máquinas diversas e muitos outros.
- Instrumentos - Indicadores, controladores, registradores, sensores, variadores, atuadores, transmissores, conversores, válvulas de controle, etc.

# Terminologia de Controle de Processo

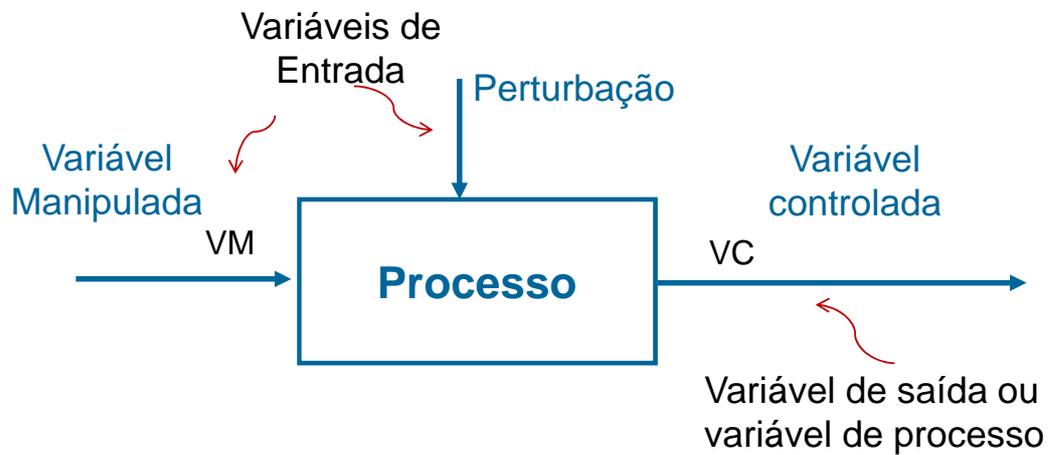
6

- Sensor: Converte uma variável física (pressão, temperatura, vazão, etc.), em outra sinal compatível com o sistema de medida ou controle.
- Sinal de Saída: Sinal produzida por um instrumento que é função da variável medida.
- Transmissor: Capta a variável de processo a través do elemento primário e a converte a uma sinal de transmissão padrão.

# Representação em Diagrama de Blocos:

7

## Representação do Sistema (Processos):



Profª Ninoska Bojorge

# A instrumentação na indústria de processos

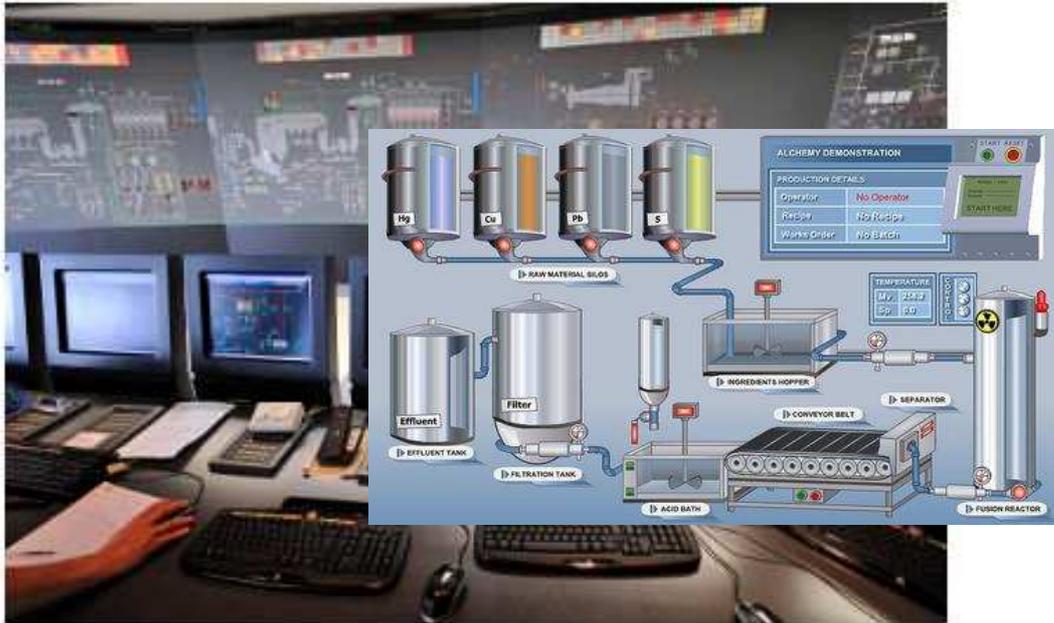
8



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

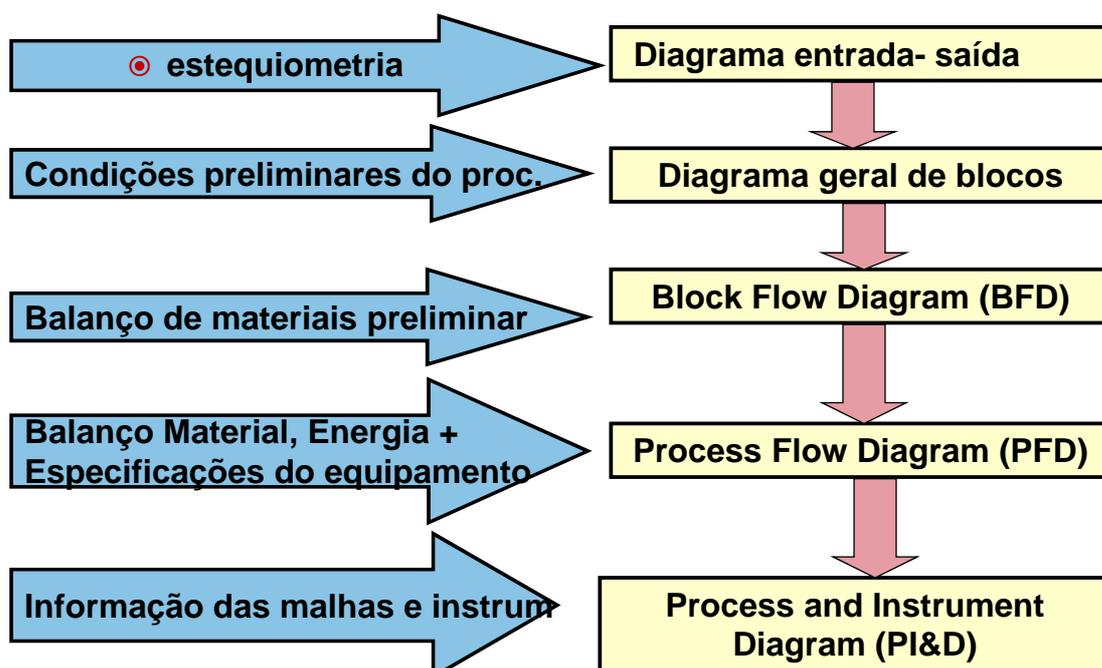
# A instrumentação na indústria de processos

9



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

## Sequencia do projeto de controle de um processo



# FLUXOGRAMA DE PROCESSO

11

Os fluxogramas ou diagramas são **desenhos esquemáticos**, não projetivos, que mostram toda a rede de **tubulações**, **equipamentos** e **acessórios** de uma instalação industrial.

Devido à complexidade de uma planta industrial típica, normalmente são subdivididos por sistemas ou fluidos de trabalho.

Os fluxogramas têm a finalidade de **mostrar o funcionamento** de um determinado sistema, desconsiderando-se detalhes de fabricação, construção ou montagem.

Do ponto de vista do processo, representam a classe de desenhos mais importante da instalação, devendo necessariamente o projeto básico contemplá-lo.

# FLUXOGRAMAS DE PROCESSO

12

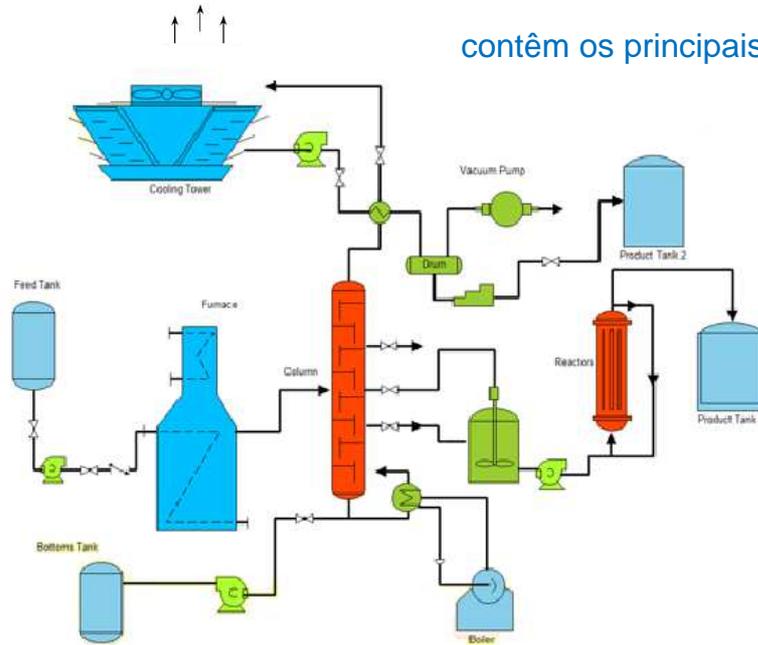
1. Fluxogramas de blocos (block flow diagrams – BFD)
2. Fluxograma de Processo (*Process flow Diagram – PFD*)
3. Diagrama de Processo e Instrumento (*P&ID*)
4. Fluxograma de Utilidade (*Utility Flow Diagram – UFD*)
5. Fluxograma de Engenharia (*Engineering Flow Diagram – EFD*)
6. Fluxograma Mecânico (*Mechanical Flow Diagram – MFD*)
7. Fluxograma de Sistema (*System Flow Diagram – SFD*)

# Diagrama de Fluxo de Processos (PFD)

13

## FLUXOGRAMA DO PROCESSO

contêm os principais equipamentos

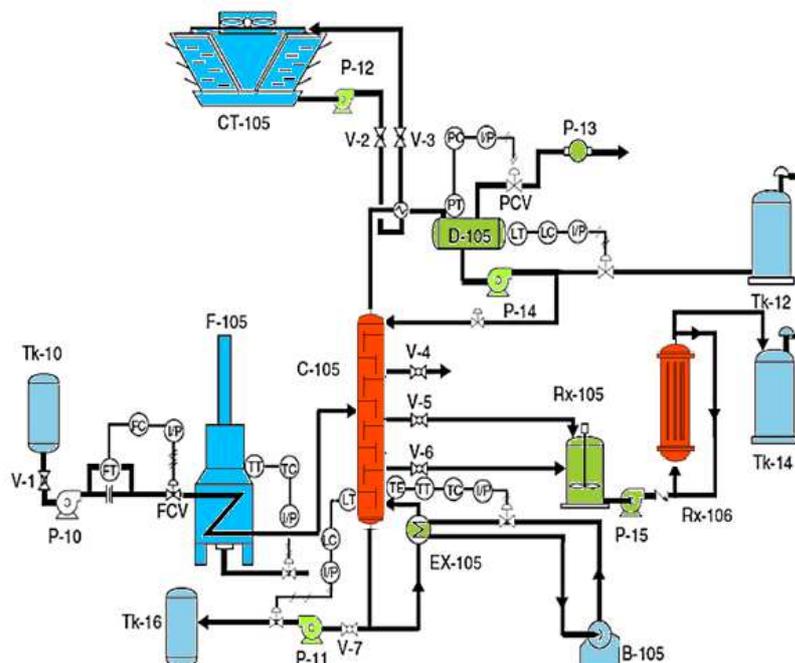


Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)

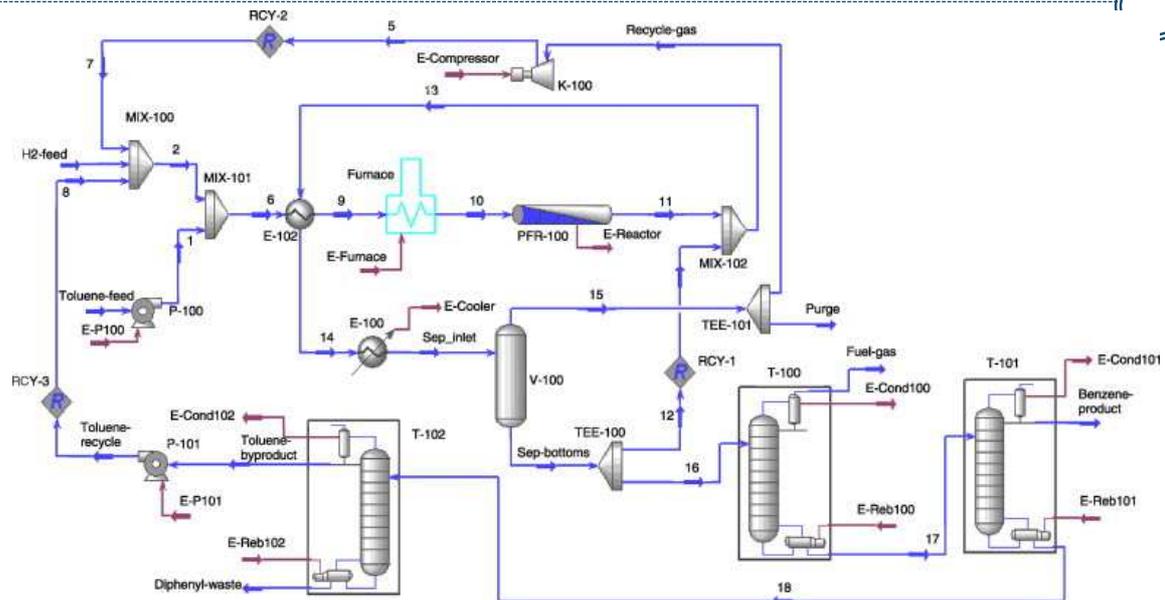
14

O P&ID (*Process and Instrument Diagram*)



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Fluxogramas de processos (PFD)



**Fluxograma do processo de produção de biodiesel**

Halim I, Srinivasan R. , A knowledge-based simulation-optimization framework and system for sustainable process operations, Computers & Chemical Engineering, Volume 35, 2010

## Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)

- O Diagrama de Processo e instrumentação (P&ID) e o Diagrama de tubulação e Instrumentação Mecânica (MFD) fornecem as informações necessárias para engenheiros iniciar o planejamento para a construção da usina.
- P&ID é a última etapa do projeto do processo e serve como um guia p/ aqueles engenheiros, que serão responsáveis pelo projeto final e construção.
- Não inclui:
  - 1) Condições operacionais T, P
  - 2) Vazões
  - 3) Locais de equipamentos
  - 4) Roteamento de tubo
    - a. comprimentos de tubulação
    - b. acessórios para tubos
  - 5) Suportes, estruturas e fundações

# Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)

17

## O que inclui:

- **Para Equipamento:** Mostra todas as peças (unidades de reposição, unidades paralelas, detalhes resumo de cada unidade),
- **Para Tubulação :** Inclui todas as linhas (drenos, conexões de amostras e especifica o tamanho (usa tamanhos padrão), materiais de construção, isolamento (espessura e tipo),
- **Para Instrumentos:** Identifica indicadores, registradores, controladores...
- **Para utilitários -** Identifica utilitários de entrada, saída, saída utilitários para instalações de tratamento de resíduos.

# Nomenclatura de instrumentos e malhas de controle

18

Pela Norma ISA:

Instrumento: Registrador controlador de temperatura.

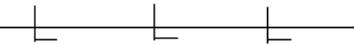
|                              |                     |                        |                 |
|------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| <b>T</b>                     | <b>RC</b>           | <b>- 2</b>             | <b>A</b>        |
| Primeira Letra               | Letras subsequentes | Número da Malha        | Sufixo Opcional |
| Identificação funcional      |                     | Identificação da Malha |                 |
| Identificação do instrumento |                     |                        |                 |



# Símbolos para Linhas de Instrumentação

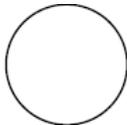
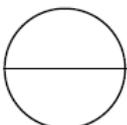
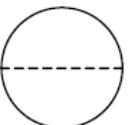
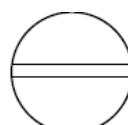
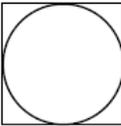
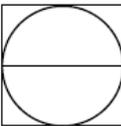
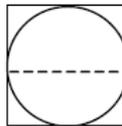
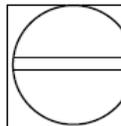
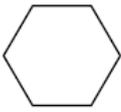
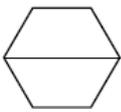
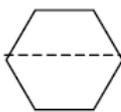
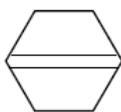
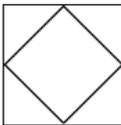
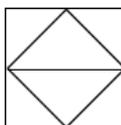
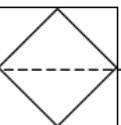
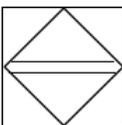
19

## Simbologias

|  |  |
|--|--|
| Alimentação do instrumento, ligação mecânica, ou conexão ao processo |  |
| Sinal pneumático ou outro gás  |  |
| Sinal elétrico   |  |
| Tubo capilar   |  |
| Sinal Hidráulico   |  |
| Sinal eletromagnético, sônico, IR, etc. (sem fios)                   |  |

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

**Tabela 1 – Símbolos Gerais de Instrumentos**

| Localização<br>Tipo                             | No Campo   | No painel principal de controle   | Atrás do painel principal de controle  | Painel local ou do equipamento  |
|---|--|---|--|---|
| Instrumento Discreto                            | <br>Diâmetro 12 mm          |                                  |                                |                                  |
| Instrumento compartilhado ( <i>Panel view</i> ) |                             |                                  |                                |                                  |
| Computador do Processo                          |                             |                                  |                                |                                  |
| Controlador programável (CLP)                   | <br>Interface CLP/Campo/CLP | <br>Interface CLP/Supervisor/CLP | <br>Interface Interna (lógica) | <br>Interface CLP/Panel View/CLP |

20

**Tabela 2 – Símbolos gerais de instrumentos**

|   | Primeira Letra                          |                      | Letras subsequentes             |                  |              |
|---|---|----------------------|---------------------------------|------------------|--------------|
|   | Variável medida ou inicial              | Modificadora         | Função de informação ou Passiva | Função Final     | Modificadora |
| A | Analizador                              | --                   | Alarme                          |                  |              |
| B | Chama de queimador                      | --                   | Indefinida                      | Indefinida       | Indefinida   |
| C | Condutividade elétrica                  | --                   | --                              | Controlador (12) | --           |
| D | Densidade ou massa específica (Density) | Diferencial          | --                              | --               | --           |
| E | Tensão elétrica                         | --                   | Elemento primário               | --               | --           |
| F | Vazão (Flow)                            | Razão (fração)       | --                              | --               | --           |
| G | Medida dimensional                      | --                   | Visor                           | --               | --           |
| H | Comando Manual (Hand)                   | --                   | --                              | --               | --           |
| I | Corrente Elétrica                       |                      | Indicador                       | --               | --           |
| J | Potência                                | Varredura ou seletor |                                 | --               | --           |
| L | Nível (Level)                           | --                   | Lâmpada piloto                  | --               | --           |
| M | Umidade (Moisture)                      | --                   | --                              | --               | --           |
| N | Indefinida                              | --                   | Indefinida                      | Indefinida       | Indefinida   |

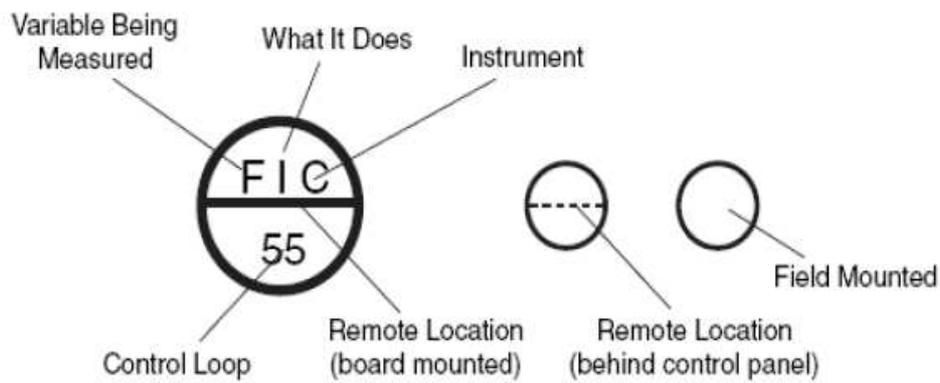
**Tabela 2 – Símbolos gerais de instrumentos (cont.)**

|   | Primeira Letra                   |                           | Letras subsequentes             |  |                  |
|---|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|------------------|
|   | Variável medida ou inicial       | Modificadora              | Função de informação ou Passiva | Função Final                             | Modificadora     |
| O | Indefinida                       | --                        | Orifício de restrição           | --                                       | --               |
| P | Pressão ou Vácuo                 |                           | Ponto de teste                  | --                                       |                  |
| Q | Quantidade ou Evento             | Integrador ou totalizador | --                              |  | --               |
| R | Radioatividade                   |                           | Registrador ou Impressor        | --                                       | --               |
| S | Velocidade ou frequência (Speed) | Segurança                 | --                              | Chave                                    | --               |
| T | Temperatura                      | --                        | --                              | Transmissor                              | --               |
| U | Multivariável                    | --                        | Multifunção                     | Multifunção                              | Multifunção      |
| V | Viscosidade                      | --                        | --                              | Válvula                                  | --               |
| W | Peso ou Força (weigh)            | --                        | Poço                            | --                                       | --               |
| X | Não classificada                 | --                        | Não classificada                | Não classificada                         | Não classificada |
| Y | Indefinida                       | --                        | Relé ou cálculo computacional   | --                                       | --               |
| Z | Posição                          | --                        | --                              | Elemento final de controle não Classifi. | --               |

Tabela 3 – Símbolos e Funções de Processamento de Sinais

| Símbolo                  | Função   | Símbolo                                 | Função                    |
|--------------------------|--|---|---------------------------|
| $\Sigma$ ou +            | Soma   | x                                       | Multiplicação             |
| $\Sigma/N$               | Média  | ÷                                       | Divisão                   |
| $\Delta$ ou -            | Subtração  | $\sqrt{\quad}$                          | Extração de raiz quadrada |
| K ou P                   | Proporcional   | $\sqrt[n]{\quad}$                       | Extração de raiz          |
| $\int$ ou I              | Integral   | $x^n$                                   | Exponenciação             |
| d/dt ou D                | Derivativo   | f(x)                                    | Função não linear         |
| >                        | Seletor de sinal alto  | $\blacktriangleright$                   | Limite superior           |
| <                        | Seletor de sinal baixo   | $\blacktriangleleft$                    | Limite inferior           |
| $\pm$                    | Polarização  | $\blacktriangleright\blacktriangleleft$ | Limitador de sinal        |
| f(t)                     | Função tempo   | $\%$                                    | Conversão de sinal        |
| AVG                      | Média  | REV                                     | Reversão                  |
| % ou 1:3 ou 2:1          | Ganho ou atenuação (saída/entrada)   |   |                           |
| I/P ou P/I<br>A/D ou D/A | Conversão onde tem-se as seguintes entrada e saída:<br>A – analógico                      D – digital                      E ou V – tensão elétrica<br>H – hidráulico                      I – corrente elétrica              O – sônico<br>P – pneumático                      R – resistência elétrica |   |                           |

|  |                   |  |                      |   |                                   |
|--|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------------------|
|  TI       | Temp Indicator    |  FI       | Flow Indicator       |  I/P        | Transducer                        |
|  TT       | Temp Transmitter  |  FT       | Flow Transmitter     |  PIC<br>105 | Pressure Indicating<br>Controller |
|  TR       | Temp Recorder     |  FR       | Flow Recorder        |  PRC<br>40  | Pressure Recording<br>Controller  |
|  TC       | Temp Controller   |  FC       | Flow Controller      |  LA<br>25   | Level Alarm                       |
|  LI       | Level Indicator   |  PI       | Pressure Indicator   |  FE         | Flow Element                      |
|  LT<br>65 | Level Transmitter |  PT<br>55 | Pressure Transmitter |  TE         | Temperature Element               |
|  LR<br>65 | Level Recorder    |  PR<br>55 | Pressure Recorder    |  LG         | Level Gauge                       |
|  LC<br>65 | Level Controller  |  PC<br>55 | Pressure Controller  |  AT         | Analyzer Transmitter              |

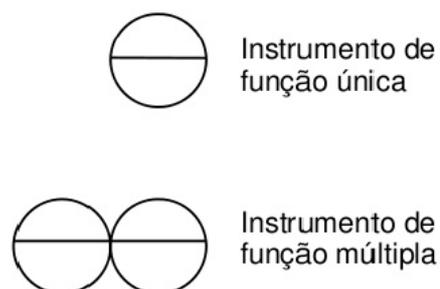
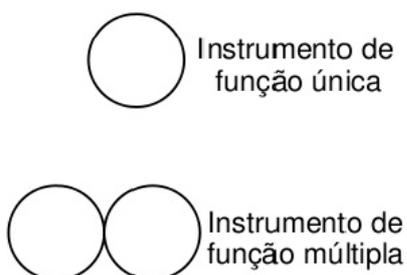


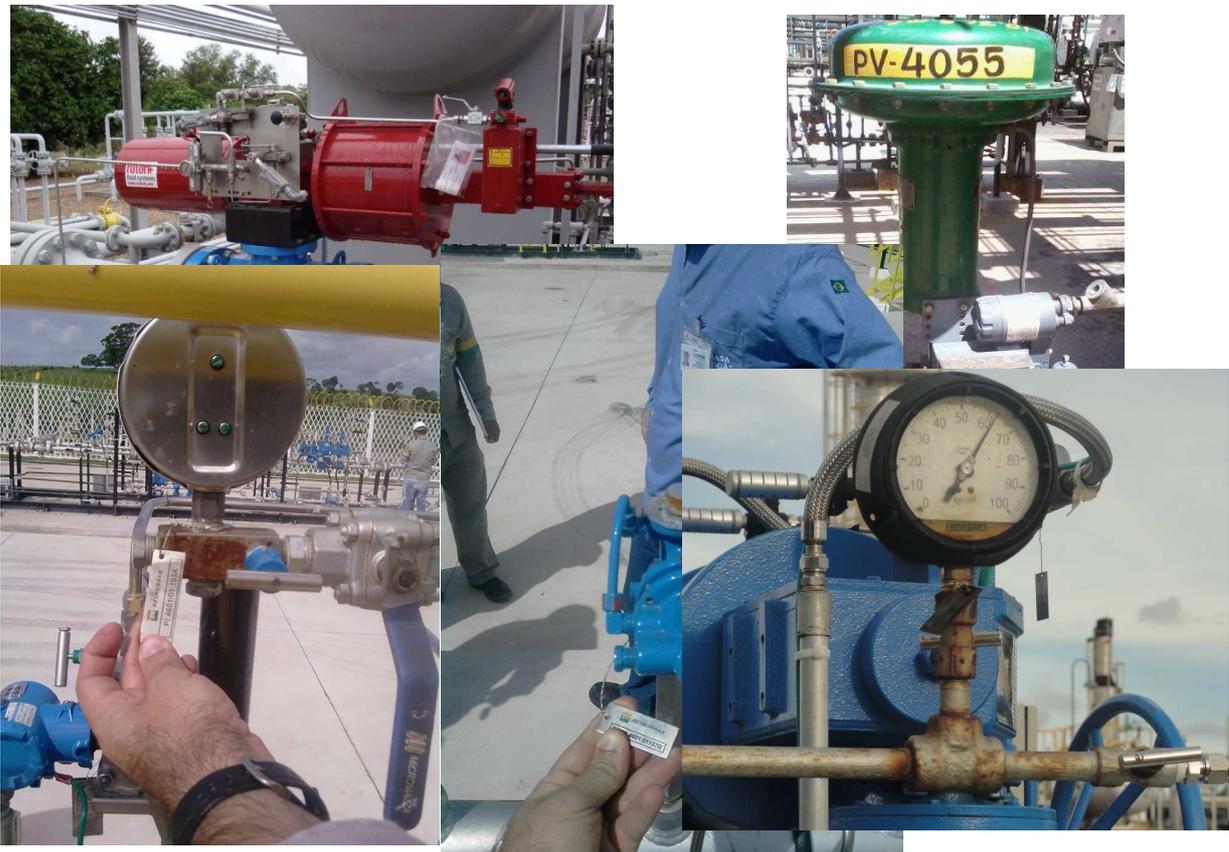
*Simbologia de Identificação de Instrumentos de Campo e Painel*



Montagem Local

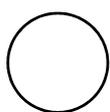
Montagem do painel





## Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



- Instrumento instalado no chão de fabrica (no campo)
- Instrumentos que são montados na planta de processo (ou seja, sensores instalados no equipamentos ou na tubulação do processo).

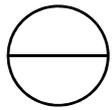


Montagem  
no chão de  
fabrica



# Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



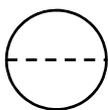
Os instrumentos no painel

- Instrumentos que são montados no painel de controle.



# Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



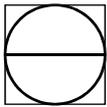
Instrumentos atrás do painel (invisível).

- instrumentos que são montados atrás de um painel de controle



# Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



Instrumentos que funcionam em Sistema de Controle Distribuído (DCS)

- Um **Sistema de Controle Distribuído** (SCD) refere-se a um [sistema de controle](#) do [processo dinâmicos](#) ou qualquer tipo de [manufatureiras](#), no qual os elementos de controle não são controle centralizados (como cérebro), mas são distribuídos por todo o sistema, com cada subcomponente do sistema controlado por um ou mais controladores. Todo o sistema de controladores está ligado por redes de comunicação e monitoramento.



## Exemplos

32

- **PI = Indicador de Pressão**

“P” é a variável medida (Pressão)

“I” é a função de informação ou passiva.

Neste caso pode-se ter vários tipos de instrumentos. Desde um manômetro mecânico à instrumentos eletrônicos sofisticados.

Note que ao indicar PI em um fluxograma a intenção é descrever que naquele determinado ponto deseja-se somente indicar a pressão, independentemente do tipo de instrumento utilizado.

- **TI = Indicador de Temperatura**
- **LI = Indicador de Nível**
- **SI = Indicador de Velocidade**
- **RI = Indicador de Radioatividade**
- **MI = Indicador de Umidade**
- **AI = Indicador de Condutividade, ou pH, ou O<sub>2</sub> etc.**
- **VI = Indicador de Viscosidade**

# Exemplos

33

- **PIC** = Indicador Controlador de Pressão

Neste caso a função final é o controle de uma malha, portanto, a letra "C" da coluna "função final". A letra "I" é somente uma função passiva mencionando que o instrumento também esta indicando de alguma forma a variável "P" pressão.

- **TIC** = Indicador Controlador de Temperatura
- **LIC** = Indicador Controlador de Nível
- **FIC** = Indicador Controlador de Vazão
- **JIC** = Indicador Controlador de Potência
- **SIC** = Indicador Controlador de Velocidade
- **BIC** = Indicador Controlador de Queima ou Combustão  
(queimadores de caldeiras ou fomos ou outros)

# Exemplos

34

- **LAH** = Alarme de Nível Alto

Neste exemplo a letra "A" define a função de informação, indicando que o instrumento está sendo utilizado para um alarme. A letra modificadora "H" complementa esta informação indicando o parâmetro do alarme, no caso nível alto.

- **TAH** = Alarme de Temperatura Alta
- **SAL** = Alarme de Baixa Velocidade
- **WAL** = Alarme de Peso Baixo

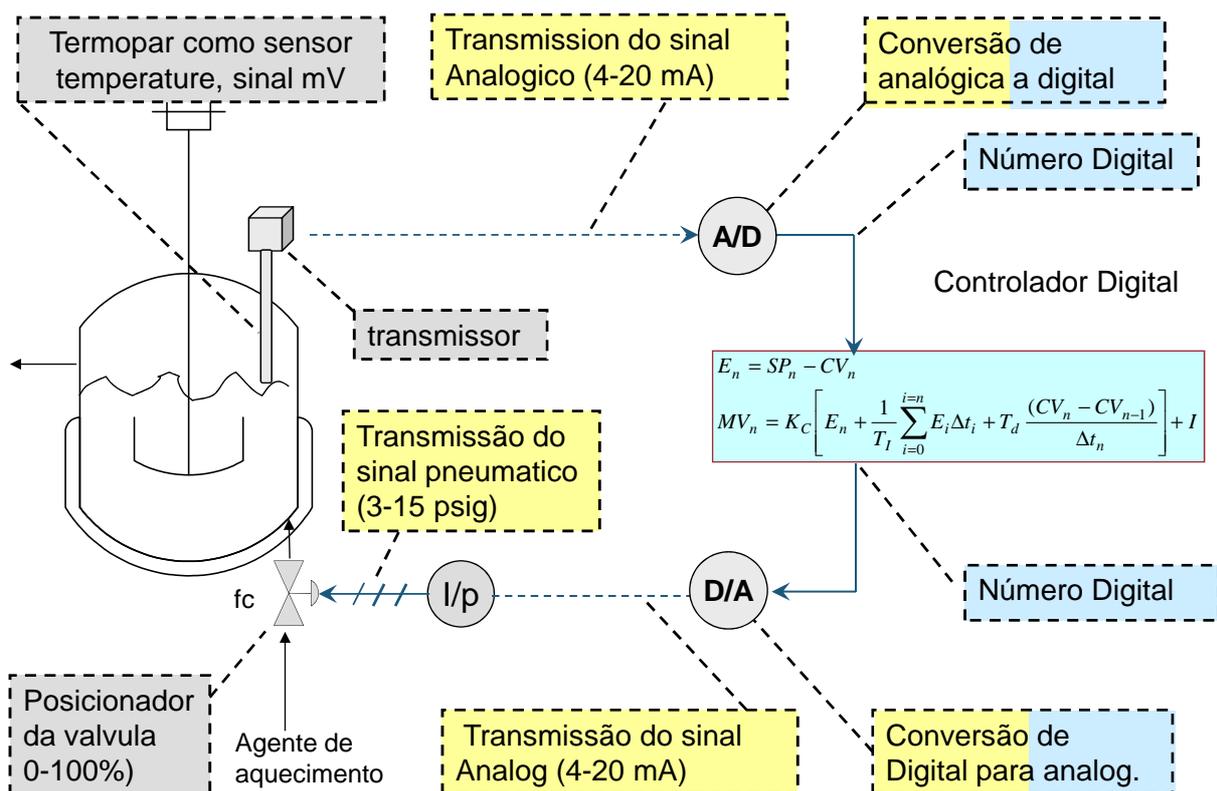
# Exemplos

35

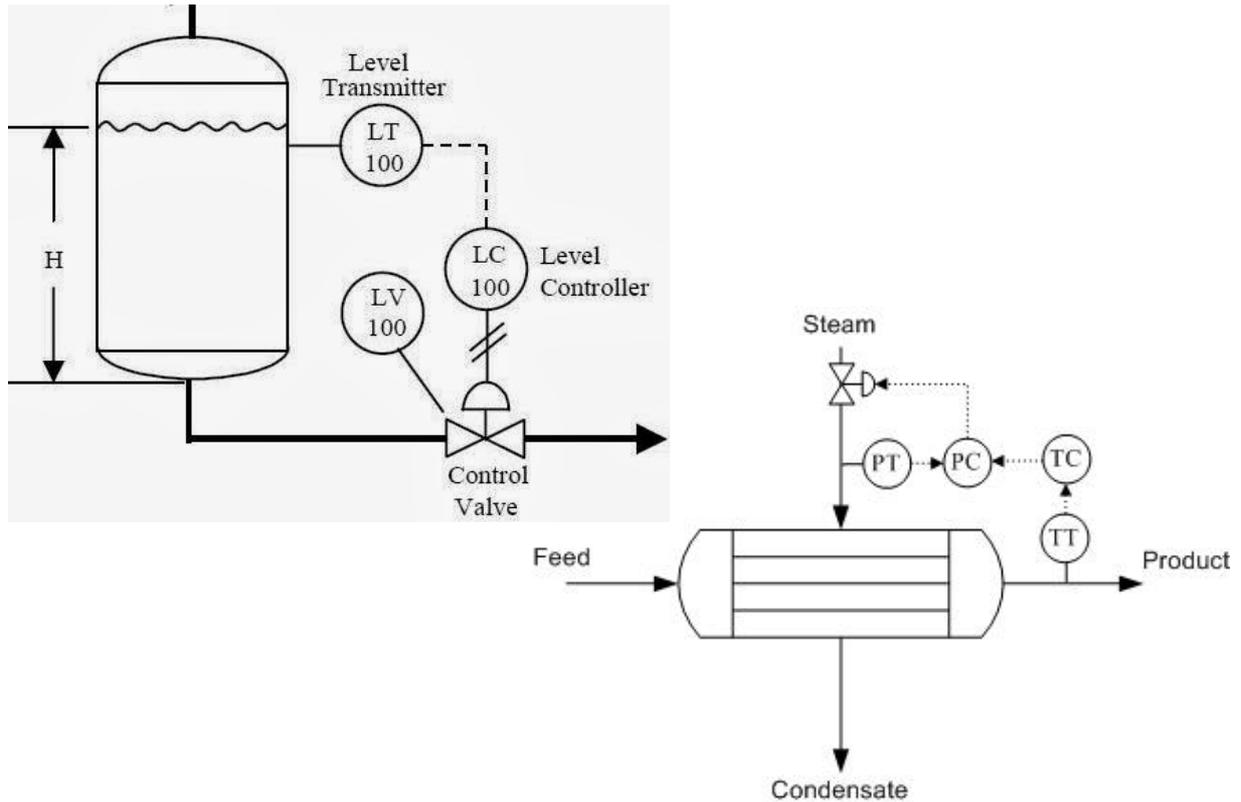
- **HV** = Válvula de controle manual  
A letra “V” indica a função final e a letra “H” indica a variável inicial.
- **LCV** = Válvula de controle de nível auto-operada  
Neste exemplo a letra “C” pode estar indicando que a válvula é auto-operada.
- **LV** = Válvula de nível  
Geralmente esta notação determina que se trata de uma válvula de controle proporcional.

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

## Elementos da malha de controle : Uma malha típica de controle

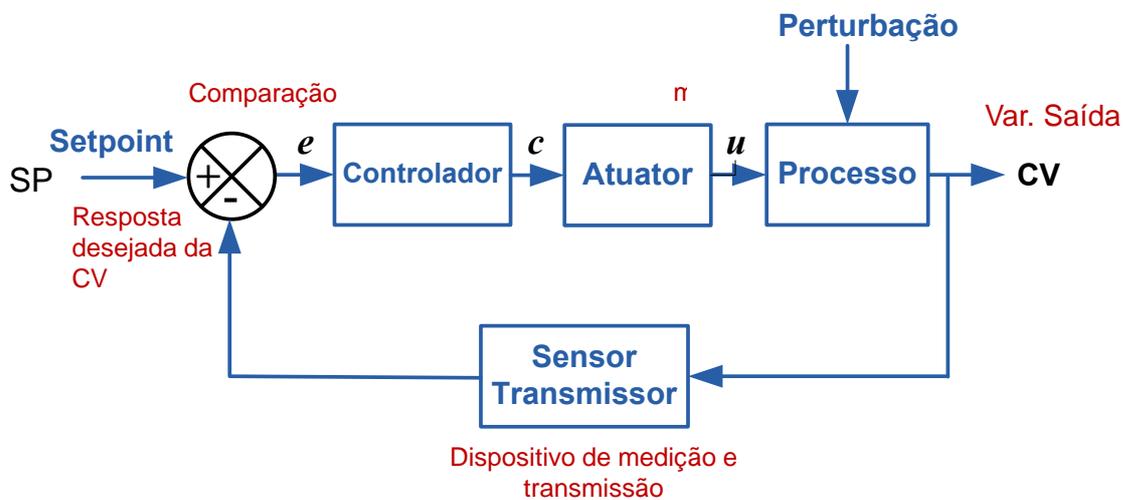


## Diagramas de Processo e instrumentação



## Diagrama de Blocos da malha de Controle Feedback

38



Sistema de Controle a Malha Fechada Realimentada