



# Diagramas P&ID em Engenharia Química

XXV SEMANA DE QUÍMICA UERJ

**Profª Ninoska Bojorge**

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – UFF

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

## Sumário

2

### Diagramas P&ID em Engenharia Química

- Introdução
- Sistemas de Instrumentação e Controle
- Tipos de Fluxogramas de Processos
- Diagrama de Processos e Instrumentação (P&ID)
- Simbologias e Nomenclaturas de equipamentos industriais
- Malhas de Controle
- Softwares para criar P&ID

# Objetivo

3

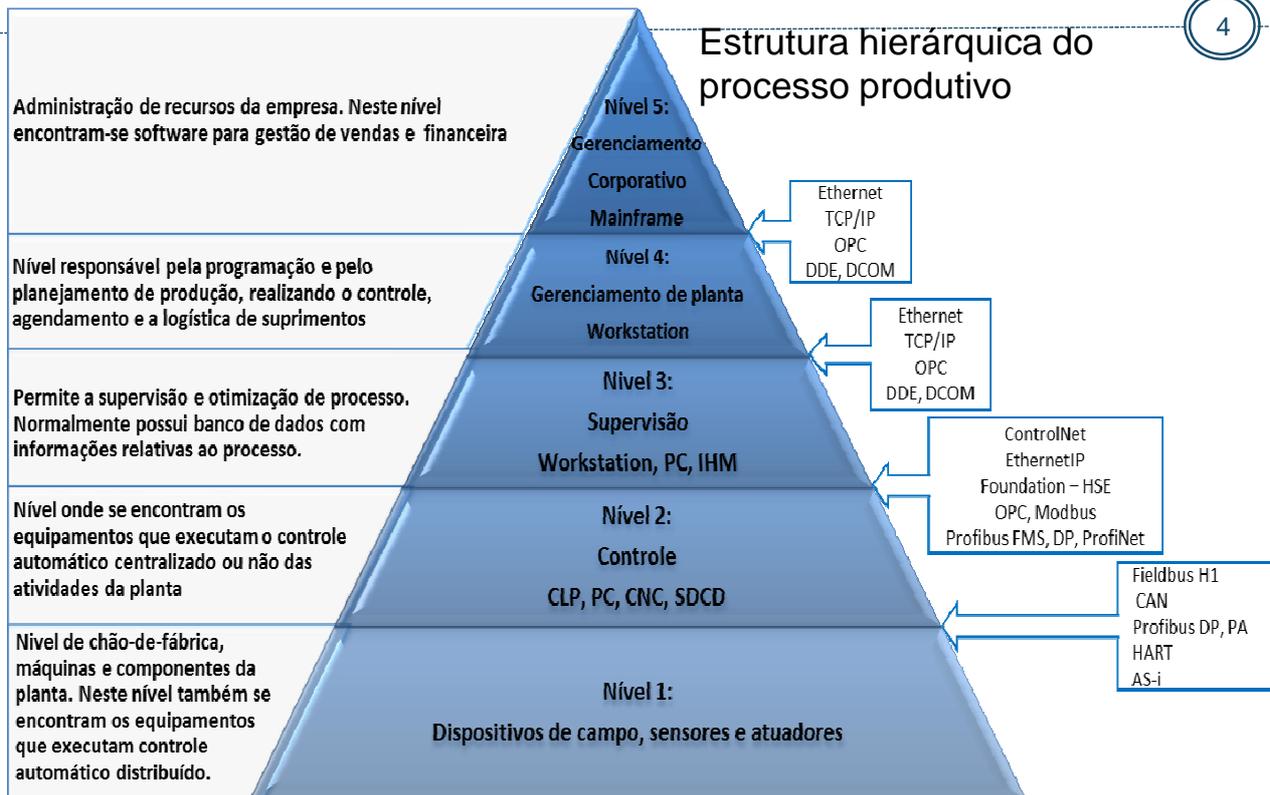
- Conhecer os principais tipos de fluxogramas utilizados em Engenharia Química

Específicos:

- Conhecer os principais fluxogramas de processos,
- Abordar as normas, sistemas de convenções e simbologia de elaboração de fluxogramas
- Exemplificar casos

## Níveis da pirâmide de automação

4

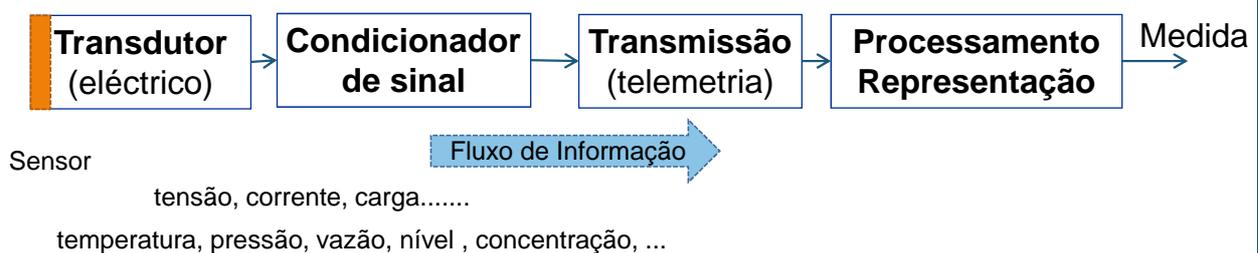


# A instrumentação na indústria de processos

5

## SENSORES, TRANSDUTORES E TRANSMISSORES DE SINAL

- **SENSOR** – Elemento diretamente em contato com a variável.
- **TRANSDUTOR** – Traduz o valor da variável numa grandeza eléctrica.
- **TRANSMISSOR** – Conjunto: **Transdutor** + **Condicionador de Sinal**, que traduz o valor da variável num sinal padrão. Ex. 4 – 20 mA.

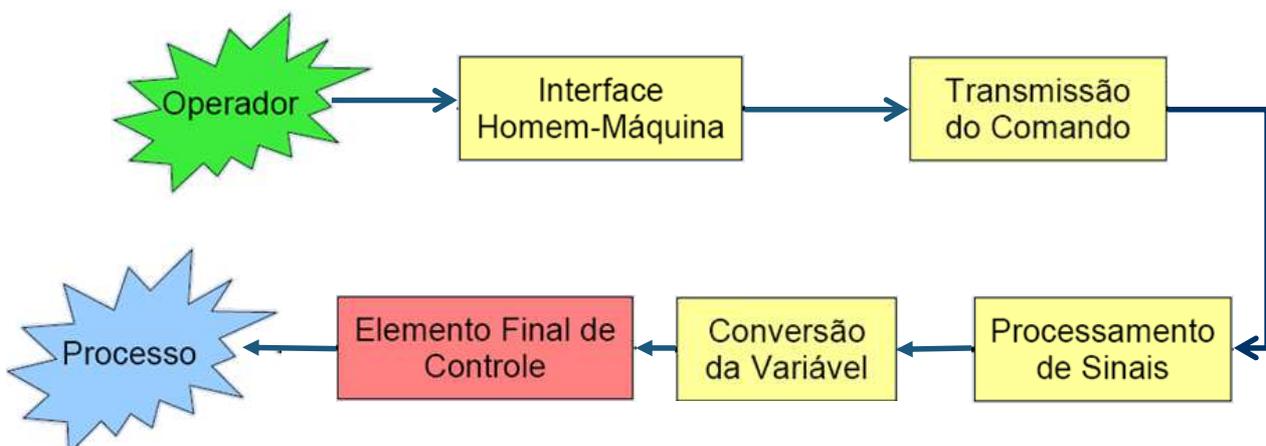


Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Fluxograma dos Instrumentos de Atuação

6

Diagrama Funcional:

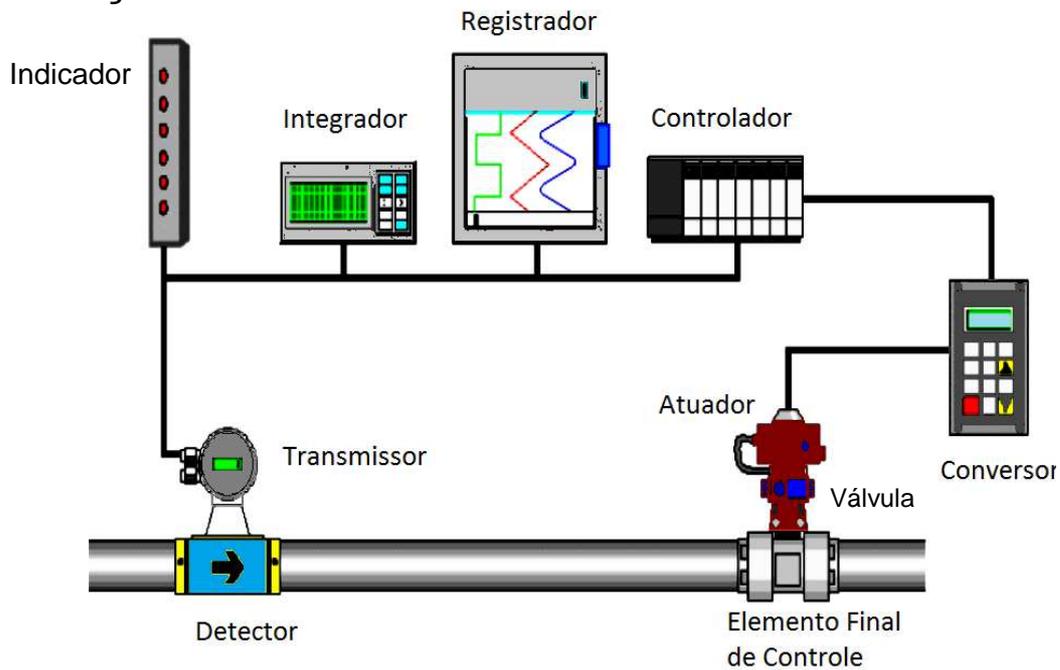


Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Classificação dos Instrumentos

7

## Função

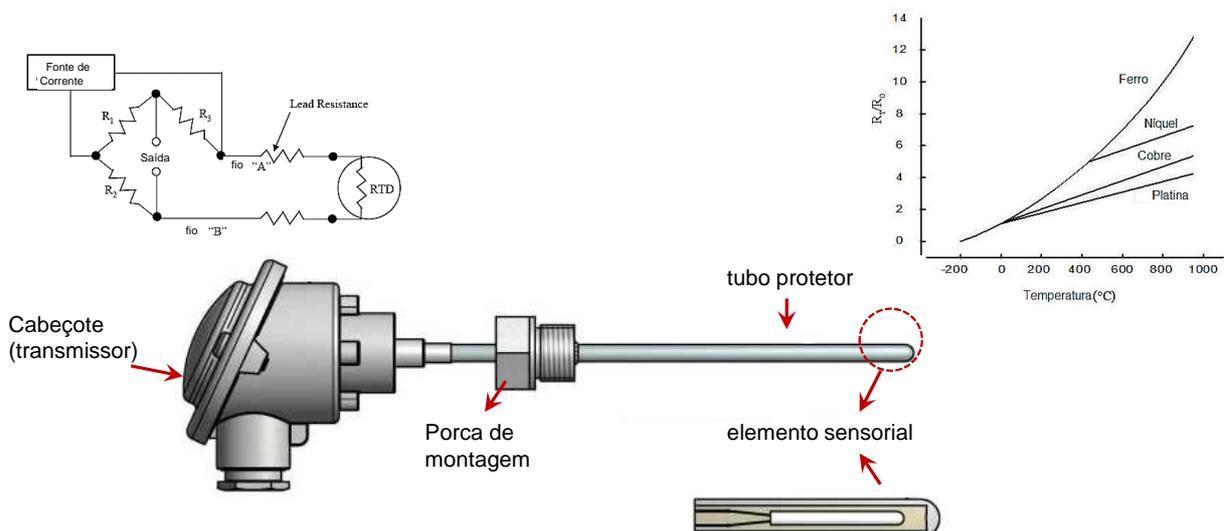


Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Medição de Temperatura

8

RTD (Resistance Temperature Detectors) é feito a partir de um metal puro, cuja resistência varia com a temperatura. Certos metais têm uma mudança previsível na resistência com as variações de temperatura; essa previsibilidade é utilizada para determinar a temperatura.



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Medição de Vazão

9

**Elementos primários** (tipo deprimogênio), que atuam por meio da produção de diferencial de pressão ( $\Delta P$ ).

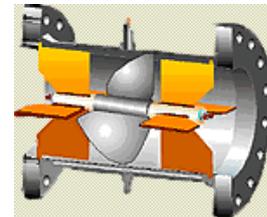
Os medidores de vazão tipo deprimogênio são os que entram em contato direto com o fluido medido na linha. A leitura do resultado da medição é feita por meio de elemento secundário eletrônico (transmissor do diferencial de pressão), que por sua vez envia o sinal para a linha de instrumentação.

**Especiais: Exemplo Turbina**, o conceito básico é que o medidor é fabricado com uma área da secção transversal conhecida. Um rotor é instalado, no interior do medidor com as suas pás axiais ao fluxo. Quando o fluxo do processo passa as lâminas do rotor conferem uma velocidade angular para as lâminas, e por conseguinte, para o rotor. Esta velocidade angular é diretamente proporcional à taxa total de fluxo volumétrico.

Placa de Orifício



Tubo Venturi



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Transmissores

10

- **Transmissor** é um dispositivo transdutor\* que responde a uma variável de medição e que converte a entrada em um sinal de transmissão padronizado.
- \* **Transdutor** é um dispositivo que recebe o sinal de saída a partir de sensores.



Transmissor de nível



Transmissor de Pressão



Transmissor de Temperatura

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Controlador

11

- **Controlador** é um dispositivo que tem por finalidade manter em um valor pré-determinado, uma variável de processo. Esta atuação poderá ser feita manual ou automaticamente, agindo diretamente na variável controlada ou indiretamente através de outra variável, chamada de variável manipulada.



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Elemento Final de Controle

12

Elemento Final de Controle é um dispositivo que manipula diretamente a vazão de um ou mais fluídos de processo. controla diretamente o valor da variável manipulada da malha de controle. Elementos finais de controle podem ser válvulas de controle, bombas, relé, aquecedores, etc



Válvula de controle



Bombas



Relé

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# A Engenharia Química é a Mãe de todas as Engenharias



## Instrumentos/Equipamentos

14

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

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



15

## A instrumentação na indústria de processos

16



## Conceitos Simbologia & Nomenclatura

17

- Desenho técnico é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de engenharia e também da arquitetura.
- Utilizando-se de um conjunto de símbolos constituído por linhas, números, indicações escritas normalizadas internacionalmente, o desenho técnico é definido como linguagem gráfica universal da engenharia e da arquitetura.
- Assim como a linguagem verbal escrita exige alfabetização, a execução e a interpretação da linguagem gráfica do desenho técnico exige treinamento específico, porque são utilizadas figuras planas (bidimensionais) para representar formas espaciais.

## Conceitos Simbologia & Nomenclatura

18

### Simbologia/Nomenclatura

- O desenho de projeto se tornou um meio universal de representação de produtos e/ou processos amparado por normas internacionais e/ou nacionais, representando um contrato legal entre fornecedor e cliente.
- **Todo engenheiro ou técnico tem o dever de consultar as normas delineativas do projeto ao qual está envolvido. A negligência ou desconhecimento normativo é uma das principais causas de erros nos projetos industriais.**

- A norma destina-se a fornecer informações para que qualquer pessoa possa entender as maneiras de medir e controlar o processo.
- Não constitui pré-requisito para esse entendimento um conhecimento profundo/detalhado de um especialista em instrumentação.

## A Instrumentação Industrial possui Fortíssimas Bases Técnicas Padronizadas a Níveis Mundiais

- ANSI ( American National Standard Institute )
- API ( American Petroleum Institute )
- ASME ( American Society of Mechanical Engineers )
- ASTM ( American Society for Testing & Materials )
- BSI ( British Standards Institution )
- ISA (International Society for Measurement & Control)
- ISO ( International Standard Organization )
- DIN ( Deutsches Institut für Normung )
- DNV ( Det Norske Veritas ) & BV ( Bureau Veritas )
- JIS ( Japanese Industrial Standards )

Além das normas técnicas internas de empresas multinacionais de petróleo, Gás & Óleo, Montadoras automobilísticas, Aeronáuticas, Estaleiros, Aciarias, Sidero-Metalúrgicas, Químicas, Papel & Celulose.

A hierarquia das normas no Brasil é a seguinte:

1. Lei ou portaria (INMETRO edita as leis técnicas),
2. Normas ABNT, que edita as normas técnicas no Brasil,
3. Normas OIML
4. Normas ISO/IEC (IEC faz as normas técnicas da ISO),
5. Normas ISA, API, DIN e outras nacionais de outros países,
6. Normas internas de empresas, como Petrobras, Braskem, Vale (só podem ser usadas internamente).

Embora a precedência da norma ISA esteja na quinta posição (mas não significa que seja de quinta categoria), a norma ISA 5.1, **Símbolos e Identificação de Instrumentos**, é usada como padrão e obrigatório no mundo e no Brasil.

The screenshot shows the ABNT Catalogo website interface. The browser address bar displays 'www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=80826'. The page header includes the ABNT logo and the text 'ABNT CATÁLOGO Segurança, Qualidade, Padrão e Confiança' and 'ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS'. The main content area is titled 'Norma Técnica' and displays the following information:

<b>Código</b>	ABNT NBR 8190:1983 <b>CANCELADA</b>
<b>Código Secundário</b>	ABNT/SB 124
<b>Data de Publicação</b>	31/10/1983
<b>Título</b>	Simbologia de instrumentação - Simbologia
<b>Comitê</b>	ABNT/CB-003 Eletricidade
<b>Nº de Páginas</b>	58
<b>Status</b>	Cancelada em 02/12/2010
<b>Idioma</b>	Português
<b>Motivo do Cancelamento</b>	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
<b>Organismo</b>	ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>Objetivo</b>	Esta norma estabelece os símbolos gráficos para identificação dos instrumentos e dos sistemas de instrumentação usados para medição e controle, apresentando um sistema de designação que inclui código de identificação.

- ISA 5.1** – Instrumentation Symbols & Identification
- ISA 5.2** – Binary Logic Diagrams for Process Operations
- ISA 5.3** – Graphic Symbols for Distributed Control / Shared Display Instrumentation, Logic & Computer System
- ISA 5.4** – Instrument Loop Diagrams
- ISA 5.5** – Graphic Symbols for Process Displays
- ISA 5.6** – Functional Requirements Documentation for Control Software Applications
- ISA 12.1** – Definitions & Information Pertaining to Electrical Equipments in Harzadous (Classified) Locations
- ISA 99** – Security for Industrial Automation & Control Sys – Part 1: Terminology, Concepts & Models
- ISA TR 99** – Security for Industrial Automation Control System.

## FLUXOGRAMA DE PROCESSO

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.

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

## Fluxogramas de blocos (BFD)

( **B**lock **F**low **D**iagrams – **BFD** )

Numa fase inicial

- Fornecer uma visão geral de um processo complexo ou planta
- Blocos que representam processos individuais ou de grupos de operações

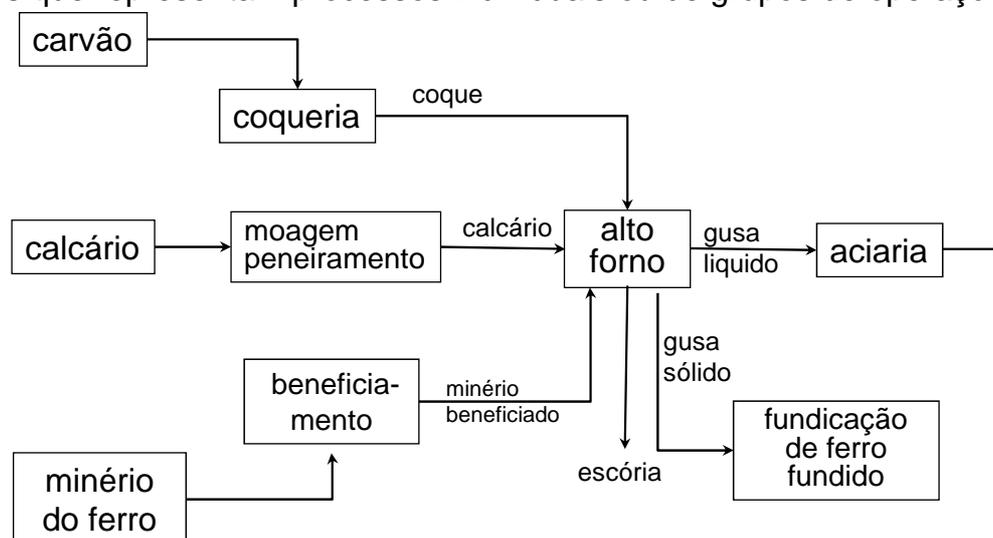
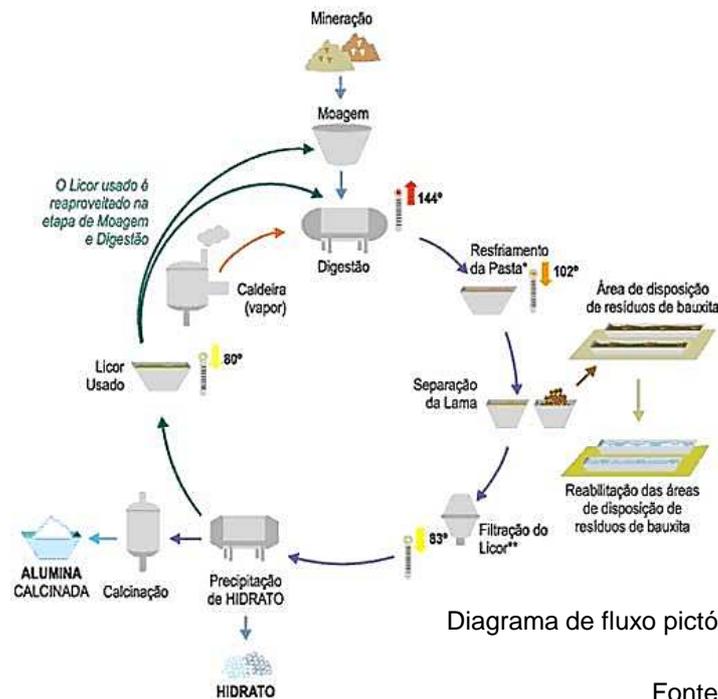


Diagrama de blocos do processo de obtenção siderúrgica do ferro.

# Fluxogramas de blocos (BFD)

27

## Fluxograma de produção do alumínio



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Fluxogramas de processos (PFD)

- Mostra balanços de materiais e de energia
- Mostra principais equipamentos da planta: incluem todos os vasos, tais como reatores, separadores, e tambores, equipamentos de processamento especial, trocadores de calor, bombas, e assim por diante.

# Fluxogramas de processos (PFD)

29

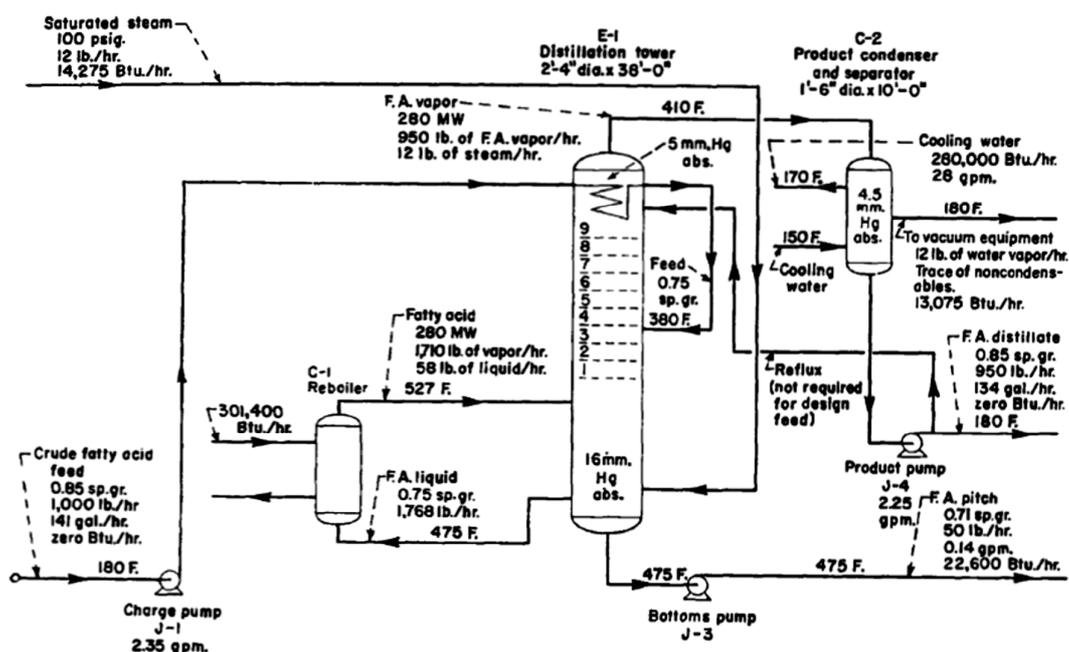
Fluxograma de Processo PFD – (Process Flow Diagram )

Diagramas PFD são normalmente divididos em 2 partes Operacionais:

- Representação Gráfica dos Processos demonstrando, a priori, equipamentos, Linhas de fluxo e Aplicações Operacionais;
- Tabelas Técnicas com dados dos processos constando apenas dados operacionais atualizados dos processos .

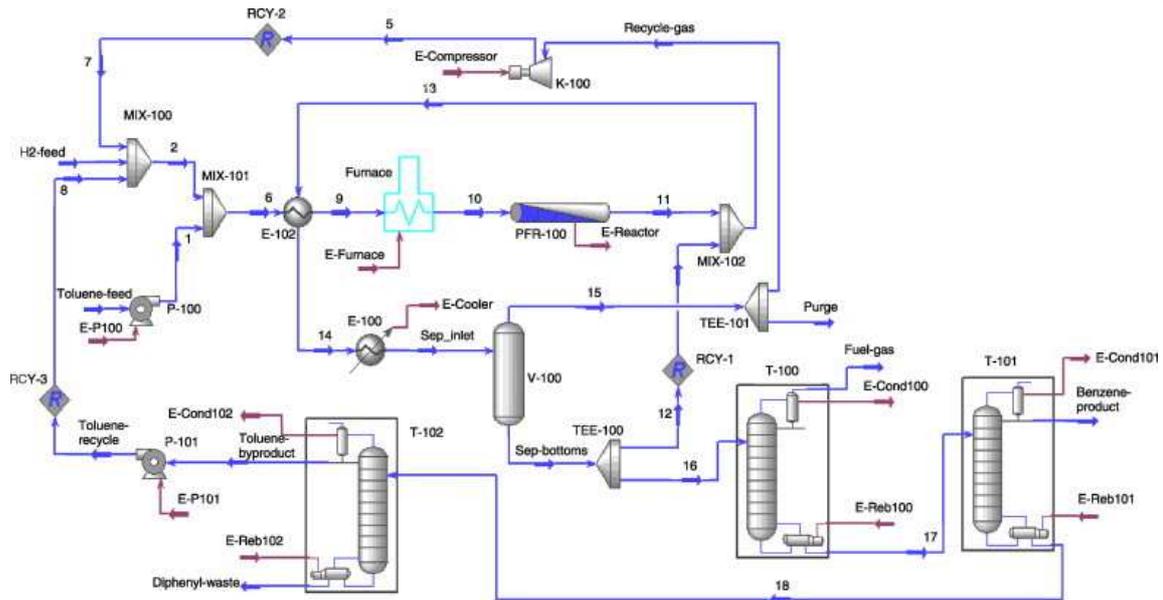
Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Fluxogramas de processos (PFD)



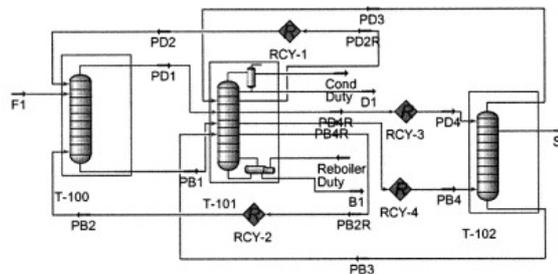
Obs.: demasiado detalhes, precisa de de uma tabela de balanço de material e energia

# 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



Material Streams									
	F1	PD1	PB2	PB1	PD2	D1	PD2R	PB2R	
Vapour Fraction	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Temperature	C	58.29	29.18	69.65	68.91	7.112	-26.44	7.149	69.88
Pressure	kPa	3534	1603	1607	1613	1578	1573	1578	1607
Molar Flow	kgmole/h	269.1	311.9	319.2	506.9	230.4	24.00	230.0	319.0
Mass Flow	kg/h	1.366e+004	1.189e+004	1.581e+004	2.618e+004	8597	708.6	8585	1.581e+004
Liquid Volume Flow	m3/h	25.54	26.87	29.63	48.12	19.82	1.999	19.79	29.62
Heat Flow	kJ/h	-3.478e+007	-3.017e+007	-3.557e+007	-6.536e+007	-2.521e+007	-2.379e+006	-2.518e+007	-3.556e+007
		B1	PD3	PB3	PD4R	PB4R	PD4	PB4	S1
Vapour Fraction		0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Temperature	C	94.42	45.09	48.67	44.30	48.41	44.32	48.45	47.09
Pressure	kPa	1622	1590	1610	1586	1593	1586	1593	1598
Molar Flow	kgmole/h	153.2	73.51	49.09	140.1	75.06	139.9	75.07	92.41
Mass Flow	kg/h	8862	3199	2202	6166	3341	6161	3342	4102
Liquid Volume Flow	m3/h	15.50	6.398	4.315	12.23	6.570	12.22	6.571	8.075
Heat Flow	kJ/h	-2.096e+007	-7.544e+006	-5.803e+006	-1.633e+007	-7.842e+006	-1.632e+007	-7.844e+006	-1.082e+007

Compositions								
	F1	PD1	PB2	PB1	PD2	D1	PD2R	PB2R
Comp Mole Frac (Ethane)	0.0853	0.4427	0.0028	0.0023	0.5009	0.9567	0.5003	0.0028
Comp Mole Frac (Propane)	0.3439	0.5251	0.6038	0.4559	0.4756	0.0021	0.4761	0.6031
	B1	PD3	PB3	PD4R	PB4R	PD4	PB4	S1
Comp Mole Frac (Ethane)	0.0000	0.0521	0.0012	0.0286	0.0029	0.0284	0.0029	0.0033
Comp Mole Frac (Propane)	0.0234	0.9277	0.9397	0.9396	0.9600	0.9402	0.9594	0.9659

# Interpretação do PFD

33

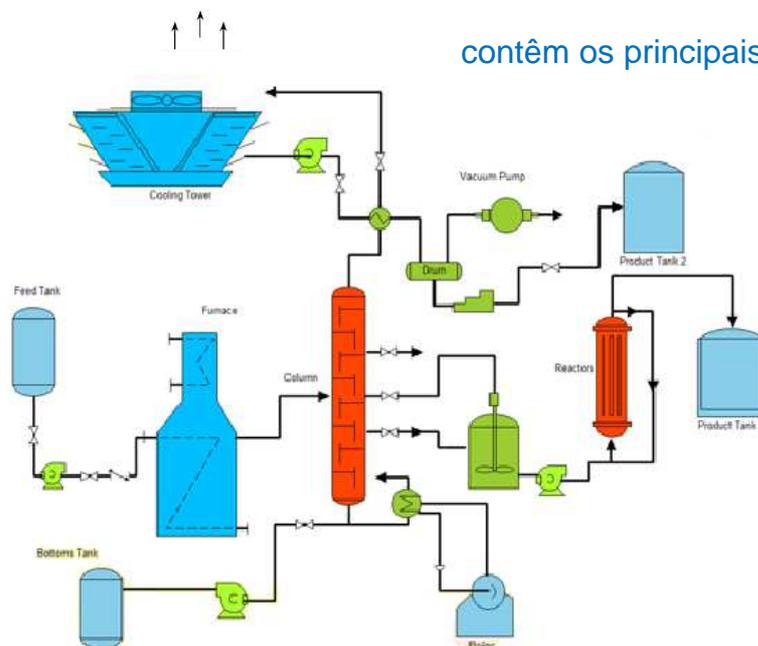
- Como se interpreta um PFD?  
mediante:
  - símbolos equipamentos
  - códigos de equipamentos
  - sinalizadores de fluxo

# Diagrama de Fluxo de Processos (PFD)

34

## FLUXOGRAMA DO PROCESSO

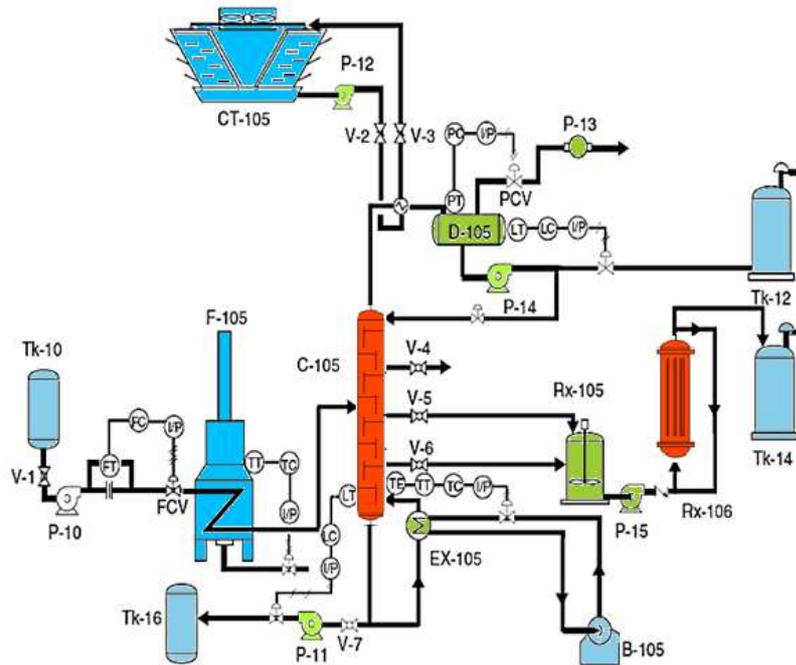
contêm os principais equipamentos



# Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)

35

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



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)

- O diagrama de Processo e instrumentação (P&ID) ou 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 (?), 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)

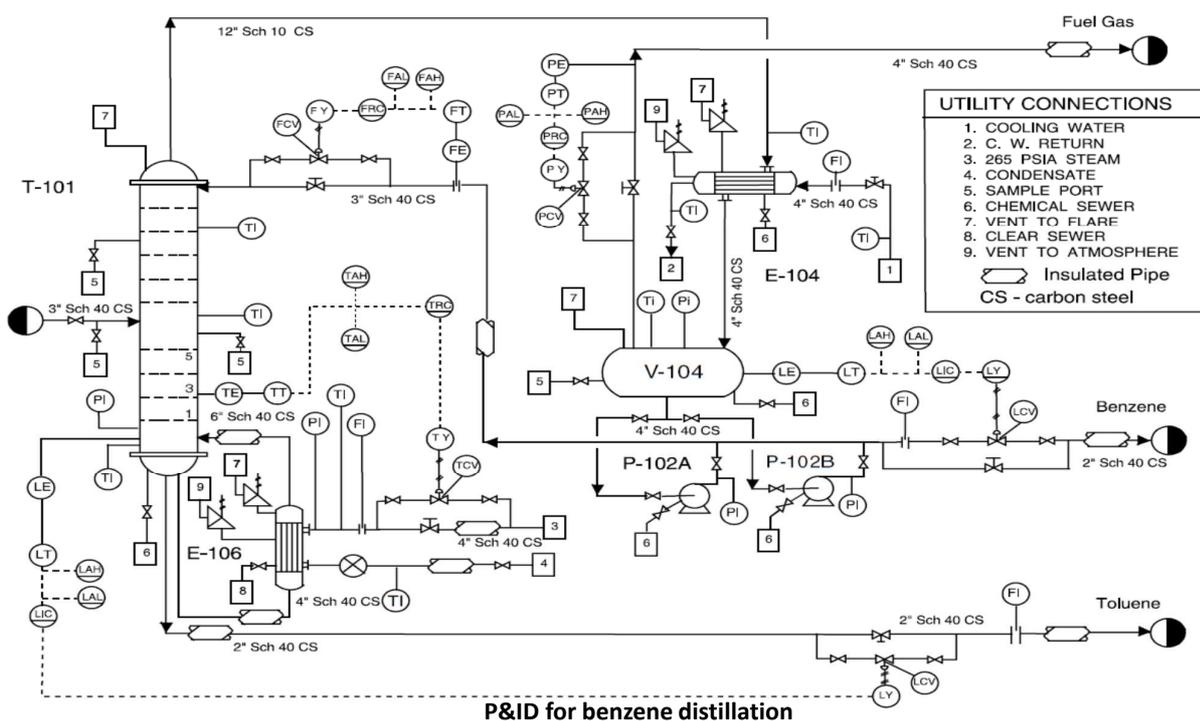
37

## 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.

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# Diagrama de Processo e Instrumentação (P&ID)



# Nomenclatura de equipamentos industriais

39

**TAG** : é um código alfanumérico, cuja finalidade é a de identificar equipamentos ou instrumentos, dentro de uma planta de processos.

No caso de equipam.: Formado pelo nome da área, tipo do equipamento e um número sequencial, caso haja mais de um equipamento do mesmo tipo na mesma área, separados por hifens, o que totaliza de seis a oito caracteres. Muitas empresas adotam tags mais longos de 12 ou mais caracteres.

11 – FG – 01

Área: 11

Sequencial: 01

Tipo de equipamento: ciclone separador de gás

# Nomenclatura de equipamentos industriais

40

## Equipment Codes

Equipment	Letters	Equipment	Letters
Agitator	M	Grinder	SR
Air filter	FG	Heat exchanger	E
Bin	TT	Homogenizer	M
Blender	M	Kettle	R
Blower	JB	Kiln (rotary)	DD
Centrifuge	FF	Materials handling equipment	G
Classifying equipment	S	Miscellaneous*	L
Colloid mill	SR	Mixer	M
Compressor	JC	Motor	PM
Condenser	E	Oven	B
Conveyor	C	Packaging machinery	L
Cooling tower	TE	Precipitator (dust or mist)	FG
Crusher	SR	Prime mover	PM
Crystallizer	K	Pulverizer	SR
Cyclone separator (gas)	FG	Pump (liquid)	J
Cyclone separator (liquid)	F	Reboiler	E
Decanter	FL	Reactor	R
Disperser	M	Refrigeration system	G
Drum	D	Rotameter	RM
Dryer (thermal)	DE	Screen	S
Dust collector	FG	Separator (entrainment)	FG
Elevator	C	Shaker	M
Electrostatic separator	FG	Spray disk	SR
Engine	PM	Spray nozzle	SR
Evaporator	FE	Tank	TT
Fan	JJ	Thickener	F
Feeder	C	Tower	T
Filter (liquid)	P	Vacuum equipment	VE
Furnace	B	Weigh scale	L

\*Note: The letter L is used for unclassified equipment when only a few items are of this type; otherwise, individual letter designations are assigned.

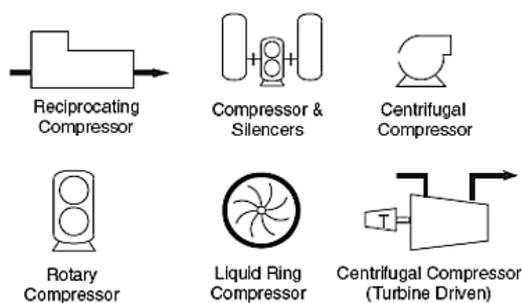
## Equipment Codes

### Conventions Used for Identifying Process Equipment

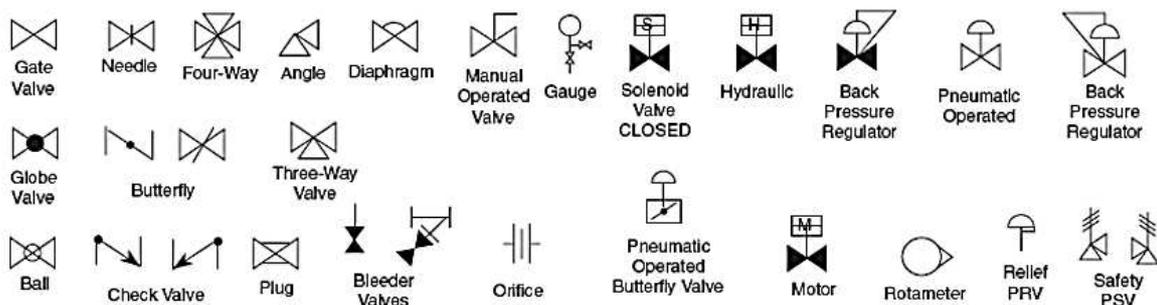
Equipment	General format XX-YYY A/B
<b>XX</b> are identification letters for equipment classification	
C - Compressor or Turbine	(C-101A/B)
E - Heat Exchanger	(E-106)
H - Fired Heater	(H-101)
P - Pump	(P-102A/B)
R - Reactor	(R-101)
T - Tower	(T-101)
TK - Storage Tank	
V - Vessel	(V-104)
<b>Y</b> designates an area within the plant	
<b>ZZ</b> is number designation for each item in an equipment class	
<b>A/B</b> identifies parallel units or <i>backup</i> units	
Supplemental Information	Additional description of equipment given on top of PFD

# SIMBOLOGIA INSTRUMENTAL BÁSICA

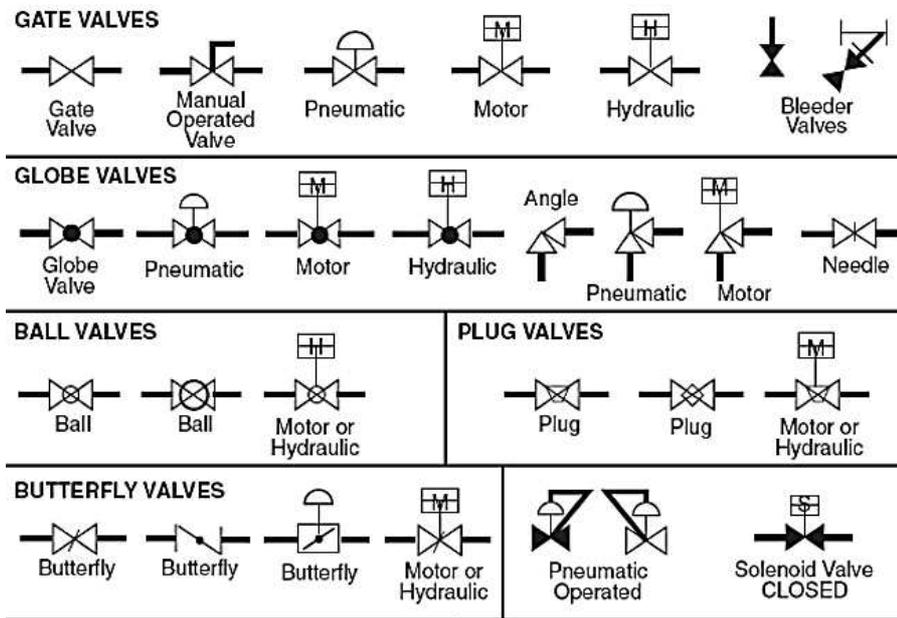
- Compressores



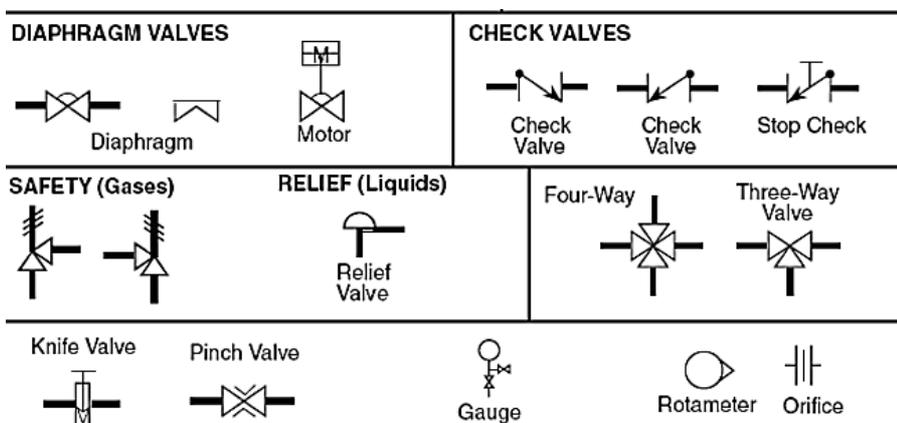
- Válvulas



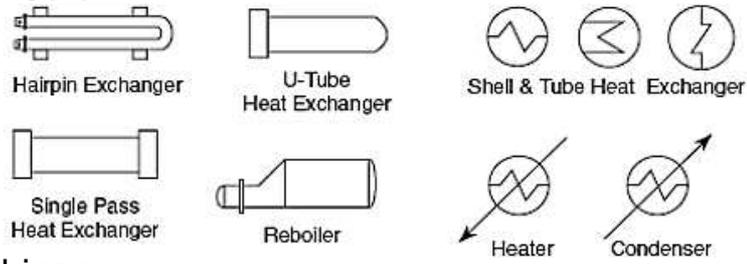
• Válvulas (contin.)



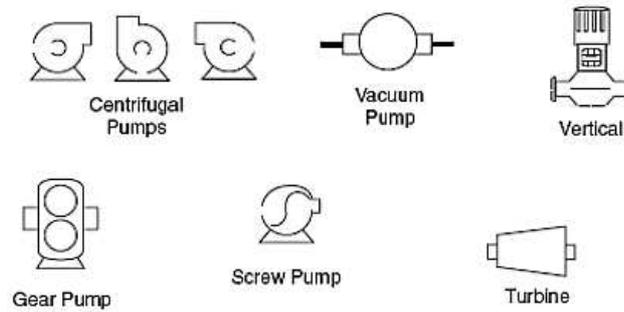
• Válvulas (contin.)



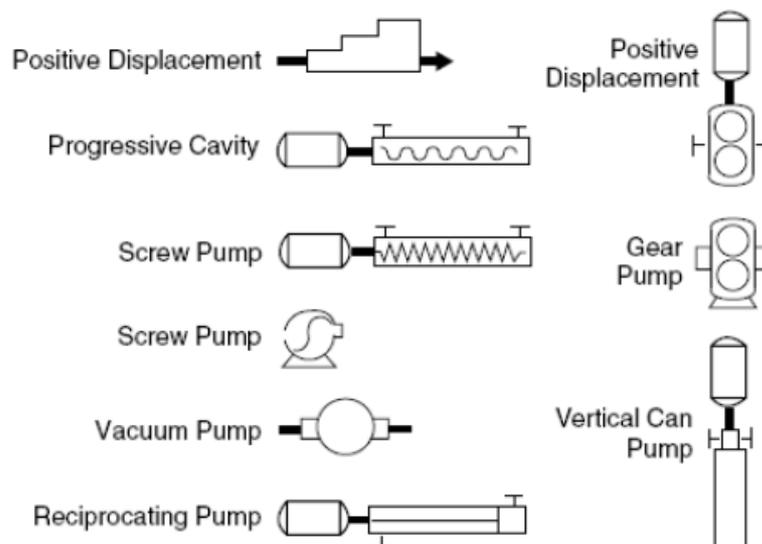
- Trocadores de Calor



- Bombas e Turbinas

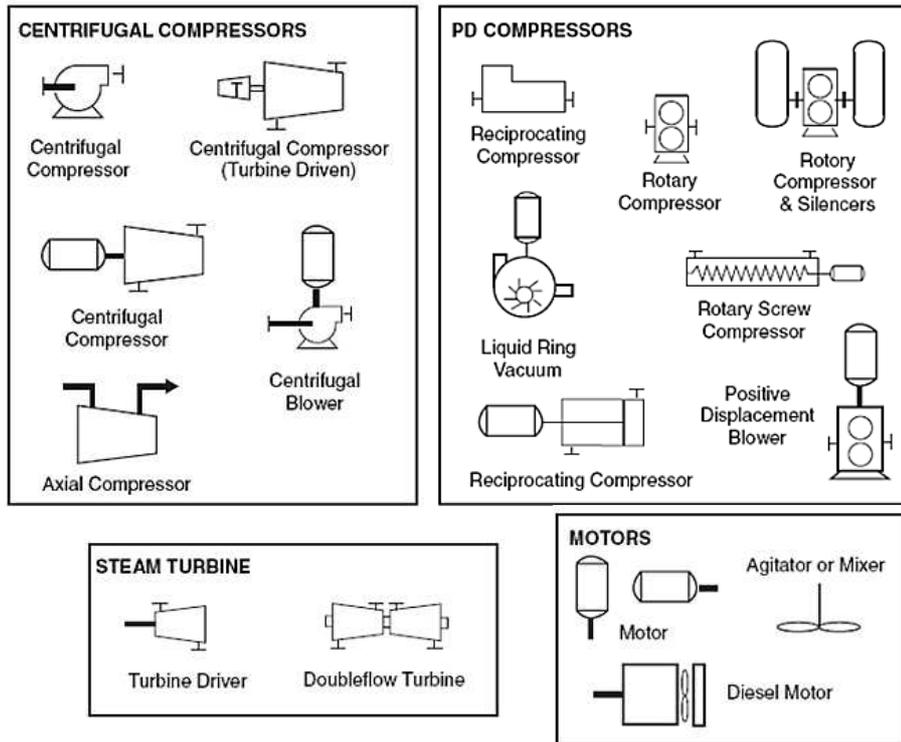


- Bombas de deslocamento positivo



# SIMBOLOGIA INSTRUMENTAL BÁSICA

47

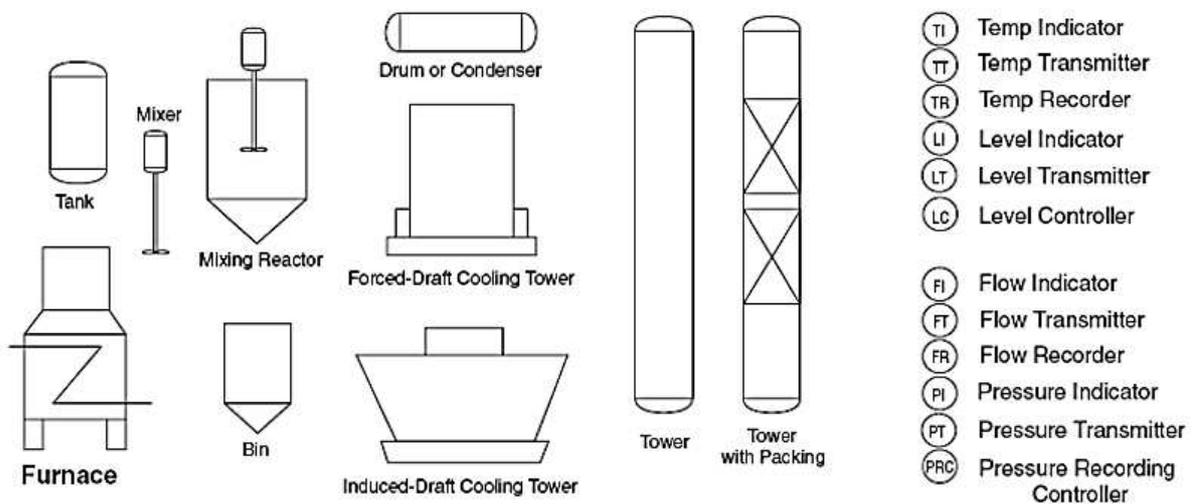


Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

# SIMBOLOGIA INSTRUMENTAL BÁSICA

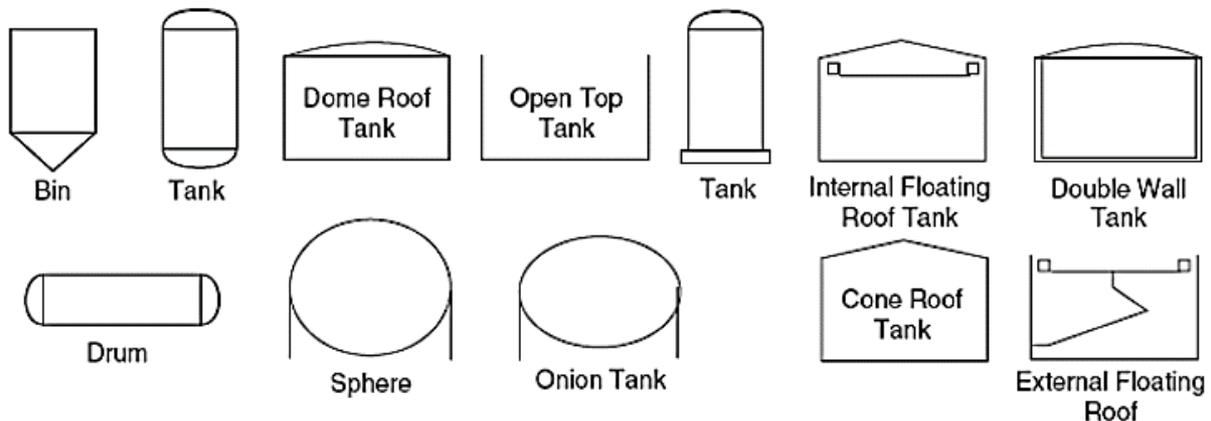
48

## • Vasos



Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

- Tanques de armazenamento



## Nomenclatura de instrumentos e malhas de controle

### Regras básicas:

O nome de um instrumento é formado por:

1. Conjunto de letras que o identificam funcionalmente
  - Primeira letra: identifica a variável medida pelo instrumento
  - Letras subsequentes: descrevem funcionalidades adicionais do instrumento
2. Número
  - Identifica o instrumento com uma malha de controle. Todos os instrumentos da mesma malha devem apresentar o mesmo número:

### EXEMPLO:

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			

#### A 1ª letra representa a variável:

- **P** – Pressão
- **T** – Temperatura
- **F** – Vazão (Flow)
- **L** – Nível (Level)

#### Letras seguintes representam a função:

- **I** – Indicador
- **R** – Registrador
- **C** – Controlador
- **T** – Transmissor
- **V** – Válvula
- **S** – Interruptor (switch)
- **A** - Alarme
  - **H** – Alto (High)
  - **L** – Baixo (Low)

### Obs :

Instrumento: Registrador controlador de temperatura : TRC – 2A

5. **Malhas de controle:** A primeira letra corresponde à variável medida. Uma válvula de controle que varia uma vazão para controlar um nível é denominada LV.
6. Quando as letra C e V são usadas em conjunto, C (Control) deve preceder V (Valve): Válvula de controle Manual: HCV
7. As letras modificadoras devem ser colocadas logo após as letras que modificam.
8. Para cada função de um instrumento deverá ser colocado junto ao desenho círculo concêntricos tangenciais

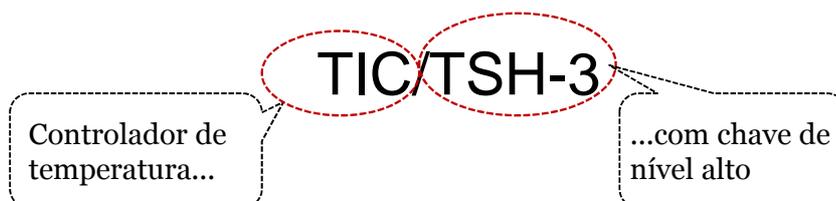
Obs :

Instrumento: Registrador controlador de temperatura : TRC – 2A

9. O número de letras não deve ultrapassar a 4. Se o instrumento é registrador e indicador da mesma variável, o I de Indicador pode ser omitido.
10. Todas as letras devem ser MAIÚSCULAS.

Instrumento: Registrador controlador de temperatura : TRC – 2A

Exemplo: Um controlador de temperatura com chave de nível alto. O instrumento pode ser designado como



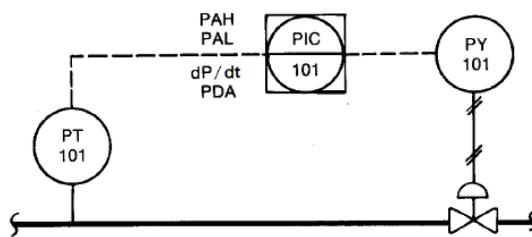
	Primeiro Grupo de Letras		Segundo Grupo de Letras		
	Variável medida ou inicial	Modificador	Função de informação ou passiva	Função de saída (final)	Modificador
<b>S</b>	Velocidade ou frequência	Segurança (8)		Chave (13)	

# Nomenclatura e Simbologia: Alarmes



- A localização dos identificadores de alarme é deixada ao critério e conveniência do utilizador. Mas, geralmente são instalados na sala de controle acessível ao operador.

Ex. Pressão: PAH (High/ Alta)  
 PAL (Low / Baixo)  
 dP/dt (Rate of change /Taxa)  
 PDA (Deviation from set point /Erro)



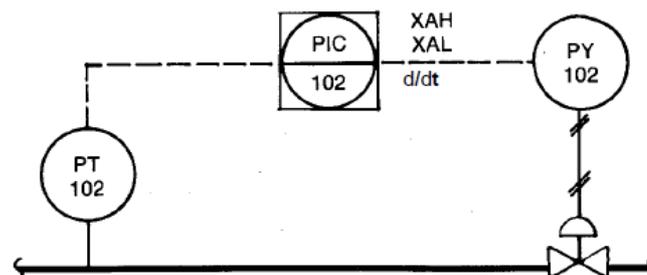
Primeiro Grupo de Letras		Segundo Grupo de Letras			
	Variável medida ou inicial	Modificador	Função de informação ou passiva	Função de saída (final)	Modificador
A	Analizador (5,19)		Alarme		

# Nomenclatura e Simbologia: Alarmes



- Alarmes na saída do controlador deve usar um identificador indefinido representado pela letra X, Ex.:

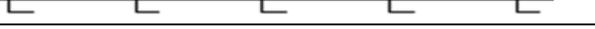
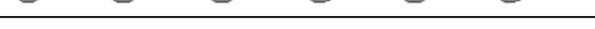
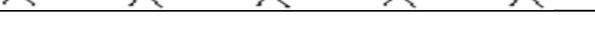
XAH (High)  
 XAL (Low)  
 d/dt (Rate of change)



- Se uma malha possui mais de um instrumento com a mesma identificação, então adiciona-se um sufixo à malha: FV-2A, FV-2B, etc. Para o caso de registro de temperatura multiponto utiliza-se: TE-25-01, TE-25-02, TE-25-03, etc.
- Em fluxogramas não é obrigatório identificar todos os elementos de uma malha. Por exemplo, uma placa de orifício, uma válvula e elementos primários de temperatura podem ser omitidos para se representar instrumentos mais importantes.

## Símbolos para Linhas de Instrumentação

### Simbologias

Tubulação	
Conexão ao processo	
Sinal elétrico	
Sinal pneumático	
Sinal hidráulico	
Data link	
Capilar preenchido	
Sinal eletromagnético (sem fio)	
Sinal não especificado	

## Simbologias

O tipo do suprimento é designado por duas linhas encima da linha de alimentação:

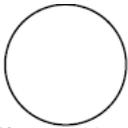
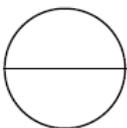
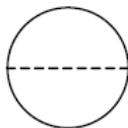
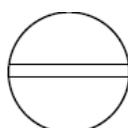
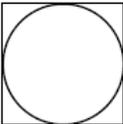
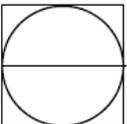
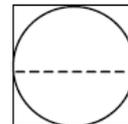
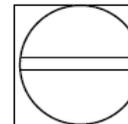
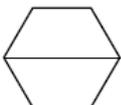
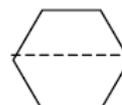
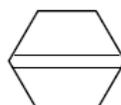
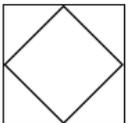
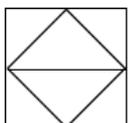
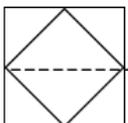
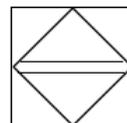
AS	<i>Air Supply</i>
ES	<i>Electric Supply</i>
GS	<i>Gas Supply</i>
HS	<i>Hydraulic Supply</i>
NS	<i>Nitrogen Supply</i>
SS	<i>Steam Supply</i>
WS	<i>Water Supply</i>

Exemplo:

ES 24 DC

alimentação elétrica 24VDC

**Tabela 1 – Símbolos gerais de instrumentos**

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

**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

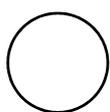
Símbolo	Função	Símbolo	Função
$\Sigma$ ou +	Soma	x	Multiplicação
$\Sigma/N$	Média	÷	Divisão
$\Delta$ ou -	Subtração	$\sqrt{\quad}$	Extração de raiz quadrada
K ou P	Proporcional	$\sqrt[n]{\quad}$	Extração de raiz
$\int$ ou I	Integral	$x^n$	Exponenciação
d/dt ou D	Derivativo	f(x)	Função não linear
>	Seletor 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 A/D ou D/A	Conversão onde tem-se as seguintes entrada e saída: A – analógico                      D – digital                      E ou V – tensão elétrica H – hidráulico                      I – corrente elétrica              O – sônico P – pneumático                      R – resistência elétrica		

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



## 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).

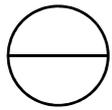


Montagem  
no chão de  
fabrica



# Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



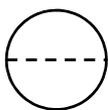
Os instrumentos no painel

- Instrumentos que são montados no painel de controle.



# Diagrama de Processos & Instrumentação (P&ID)

Também conhecido como Piping & Instrumentation Diagram



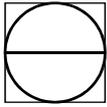
Instrumentos atrás do painel (invisível).

- 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

70

- **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

71

- **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

72

- **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

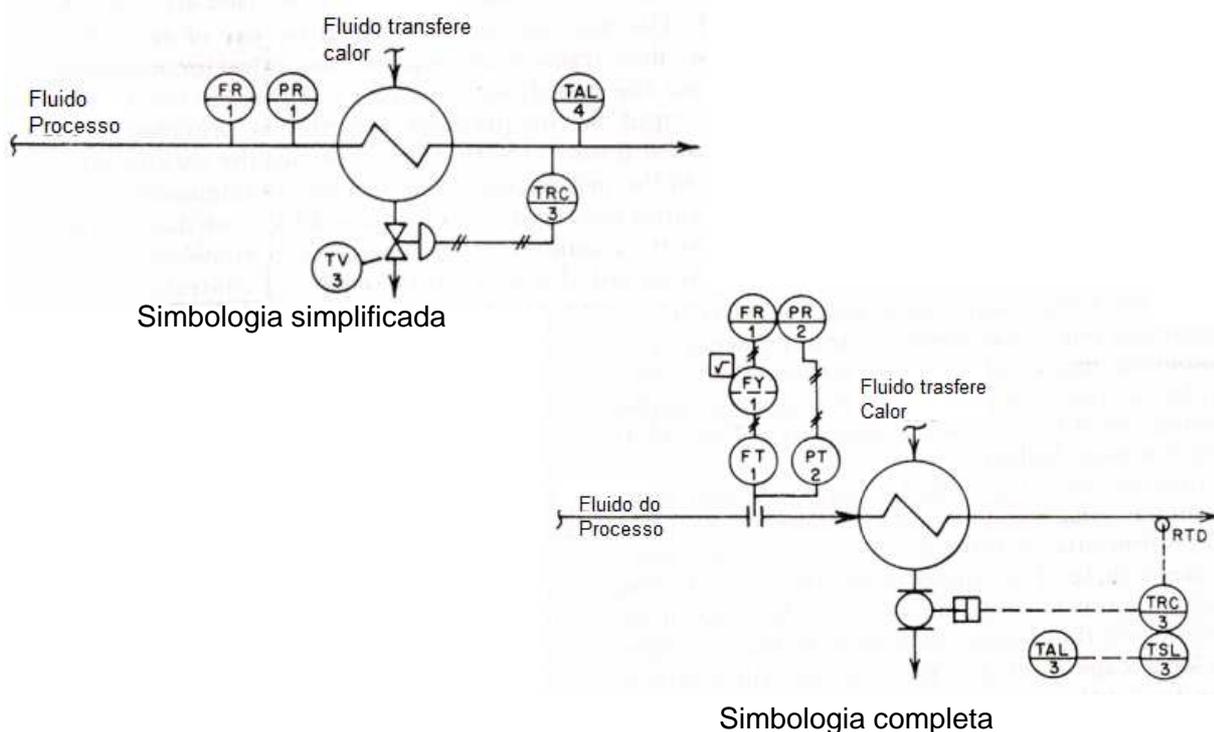
# Exemplos

73

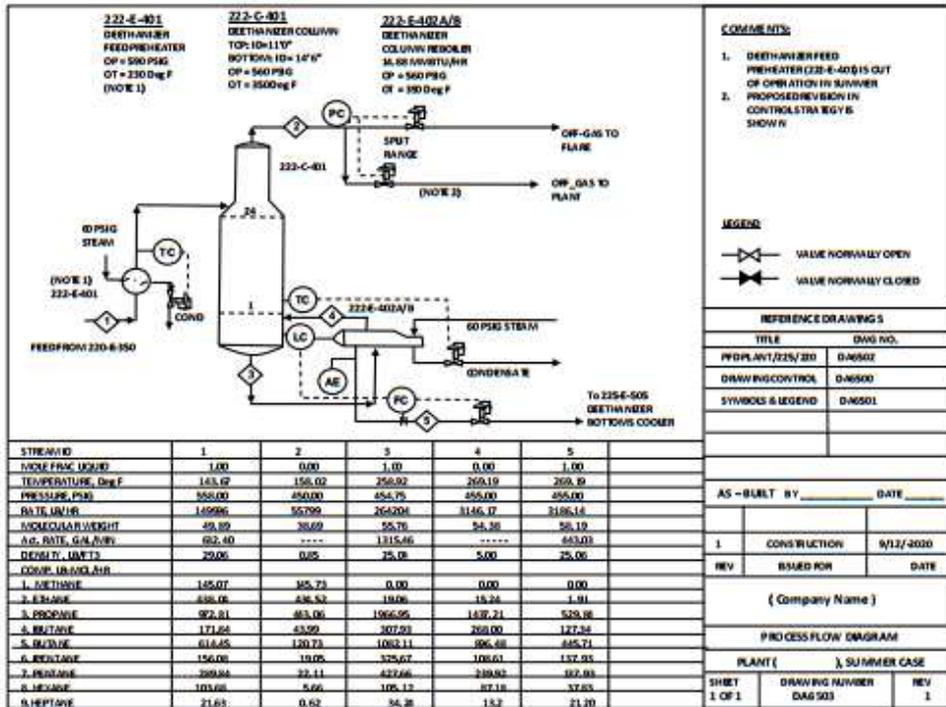
- **HV** = Válvula de controle manual  
A letra “V” indica a função final e a letra “H” indica a variável inicial.
- **LCV** = Válvula de controle de nível auto-operada  
Neste exemplo a letra “C” pode estar indicando que a válvula é auto-operada.
- **LV** = Válvula de nível  
Geralmente esta notação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

# Exemplos

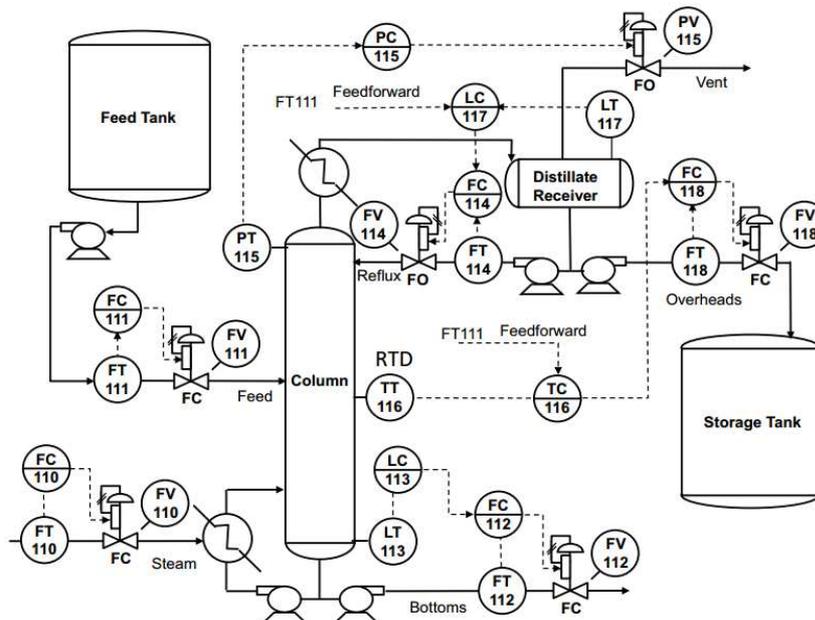
74



## Apresentação da Documentação de um PI&D :



## Basic Column Control System



# Tipos de Malhas de Controle

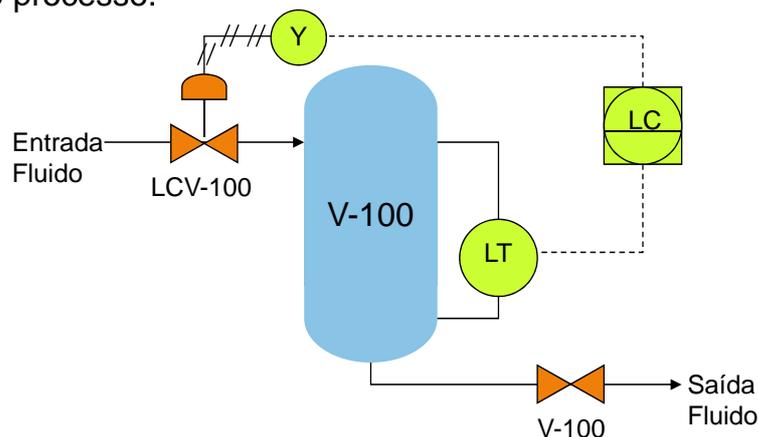
77

- Controle Realimentado (Feedback Control)
- Controle Antecipatório (Feedforward Control)
- Controle de Razão (Ratio Control)
- Controle em Cascata

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

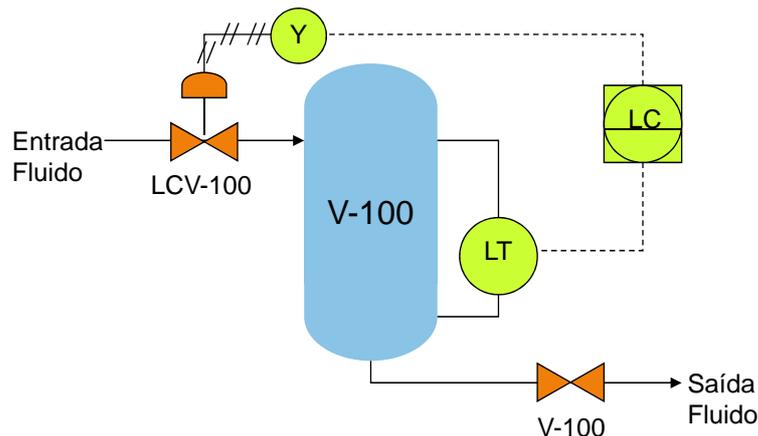
## Controle Feedback

- Um dos sistemas de controle de processo mais simples.
- Na malha de realimentação mede-se uma variável de processo e envia a sinal de medição para um controlador, o qual compara com o set point. Se a variável de processo não estiver no set point, realizará a medidas de controle para retornar a variável de processo para o set point.
- Vantagem: é simples, usando único transmissor.
- Este esquema de controle não leva em consideração nenhuma das outras variáveis no processo.



## Controle Feedback ...cont.

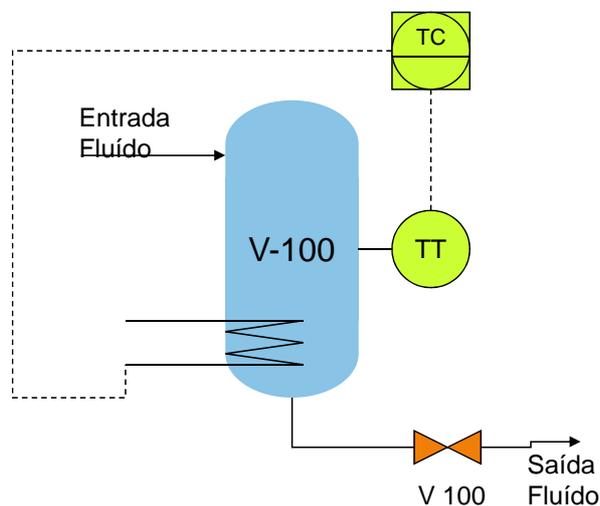
- Malhas Feedback são frequentemente usadas na indústria para o controle de processos. A vantagem de uma malha feedback é que controla diretamente a variável de processo desejada. E como desvantagem de malhas de realimentação é que a variável de processo deve sair do set-point para que o controlador execute uma ação.



## Controle Feedback ...cont.

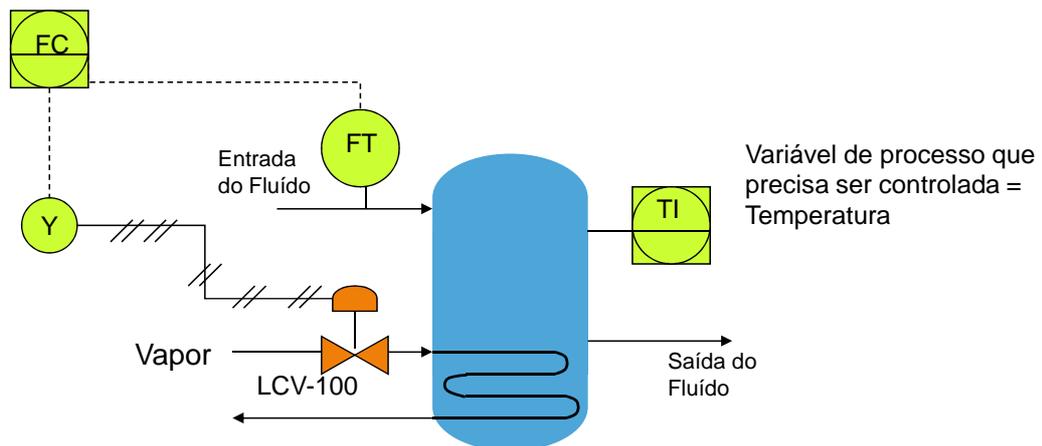
### Exemplo 1

A figura abaixo mostra um tanque reservatório de líquido para um sistema de caldeira. Este sistema tem a temperatura desejada máxima de 120 °C, onde o aquecedor será desligado quando a temperatura atingir a temperatura desejada. Desenhe malha de controle feedback para o sistema.



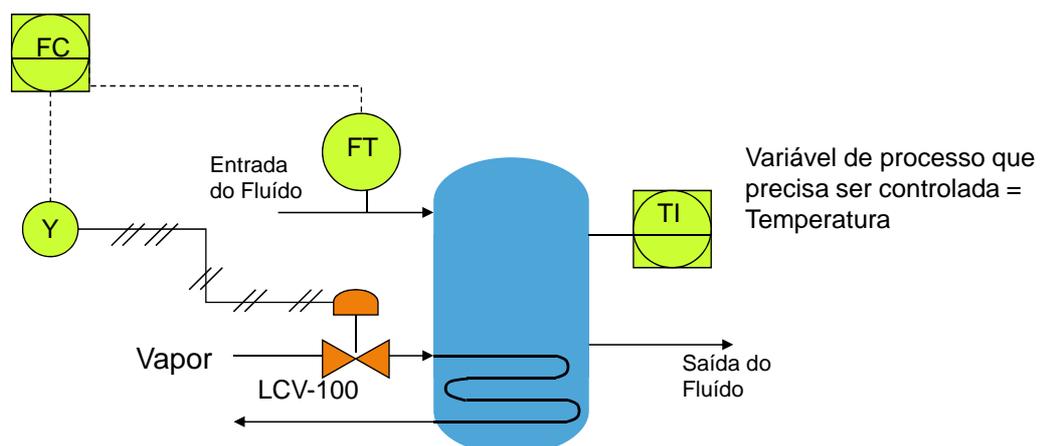
## Controle Feedforward

- Malha Feedforward ou Antecipatória é um sistema de controle que antecipa as perturbações de carga e controlá-los antes que eles possam impactar a variável do processo.
- Para trabalhar com controle antecipado, o usuário deve ter uma compreensão matemática de como as variáveis manipuladas impactará na variável do processo.



## Controle Feedforward ...cont.

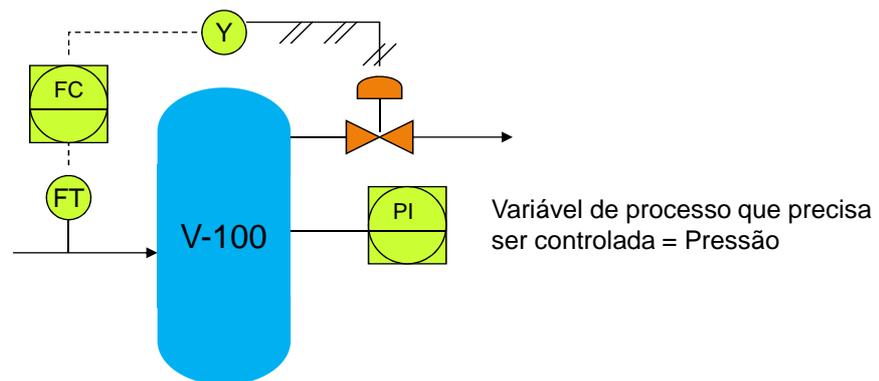
- Uma vantagem do controle antecipatório ou de alimentação é que o erro é impedido, em vez de corrigidos. No entanto, é difícil dar conta todos os possíveis distúrbios de carga em um sistema através do controle antecipatório.
- Em geral, o sistema de antecipatório deve ser usado no caso de que a variável controlada tem o potencial de ser uma grande perturbação de carga sobre a variável de processo, a ser controlada.



## Controle Feedforward ...cont.

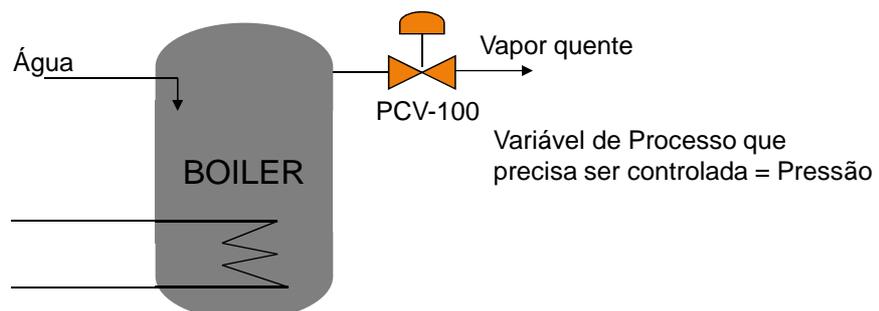
### Exemplo 2

A seguinte figura mostra um reservatório gás comprimido. A variável de processo que necessita ser controlada é a pressão, sendo que a pressão deve manter-se em 60 psi. Esta pressão é controlada por meio da medição do fluxo de gás que entra ao tanque. Desenhe o sistema de controle Feedforward.



## Controle Feedforward ...cont.

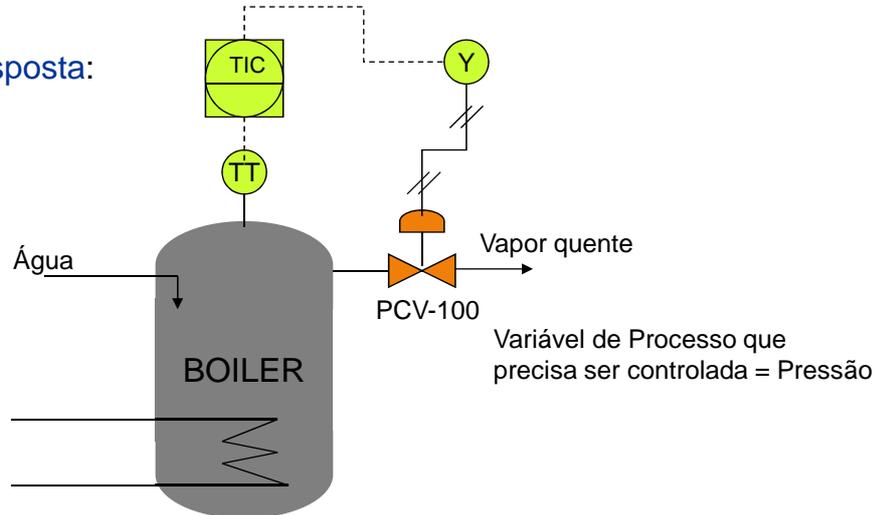
**Exercício 1:** A figura abaixo mostra um sistema de caldeira usado para fornecer vapor quente para uma turbina. Este sistema precisa de fornecer vapor quente a 100 psi para uma turbina, onde o PCV-100 deve ser aberta quando a pressão atinge a pressão desejada. Com o uso de controle de pressão por meio de medição de temperatura na caldeira, desenhe um sistema da malha de controle feedforward.



## Controle Feedforward ...cont.

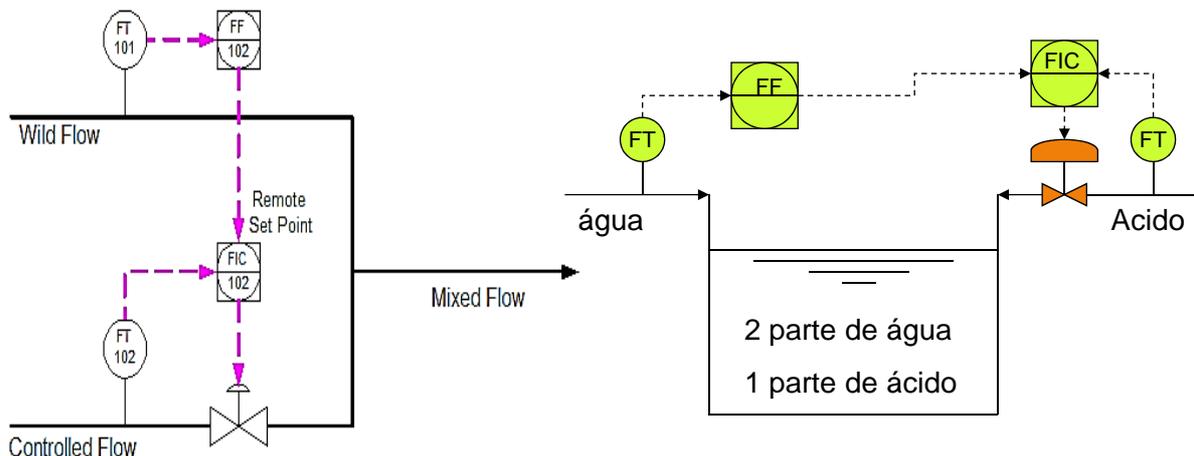
**Exercício 1:** A figura abaixo mostra um sistema de caldeira usado para fornecer vapor quente para uma turbina. Este sistema precisa de fornecer vapor quente a 100 psi para uma turbina, onde o PCV-100 deve ser aberta quando a pressão atinge a pressão desejada. Com o uso de controle de pressão por meio de medição de temperatura na caldeira, desenhe um sistema da malha de controle feedforward.

Resposta:



## Controle de Razão

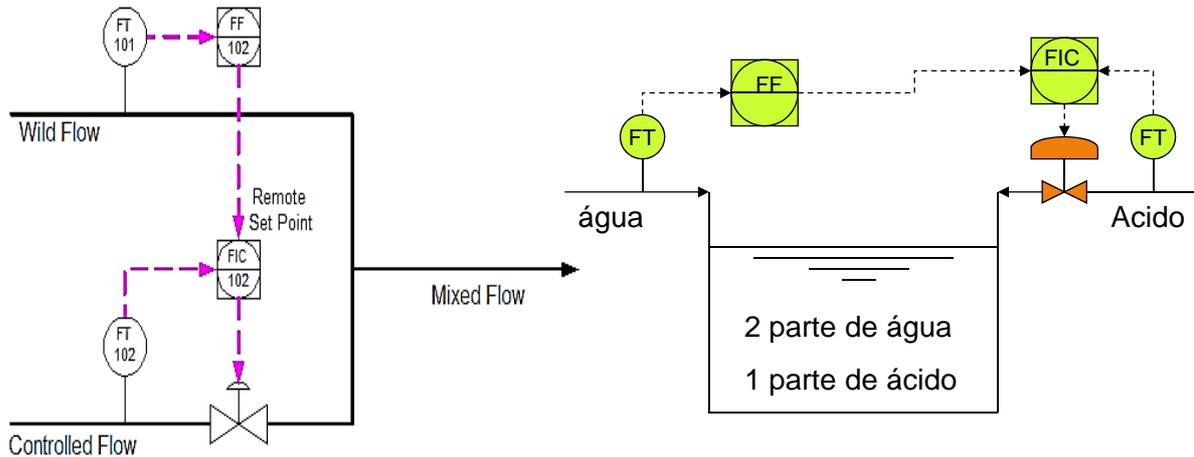
O controle de razão é usado para assegurar que dois ou mais fluxos, sejam mantidos na mesma razão, mesmo que os fluxos estejam mudando.



## Controle de Razão...cont.

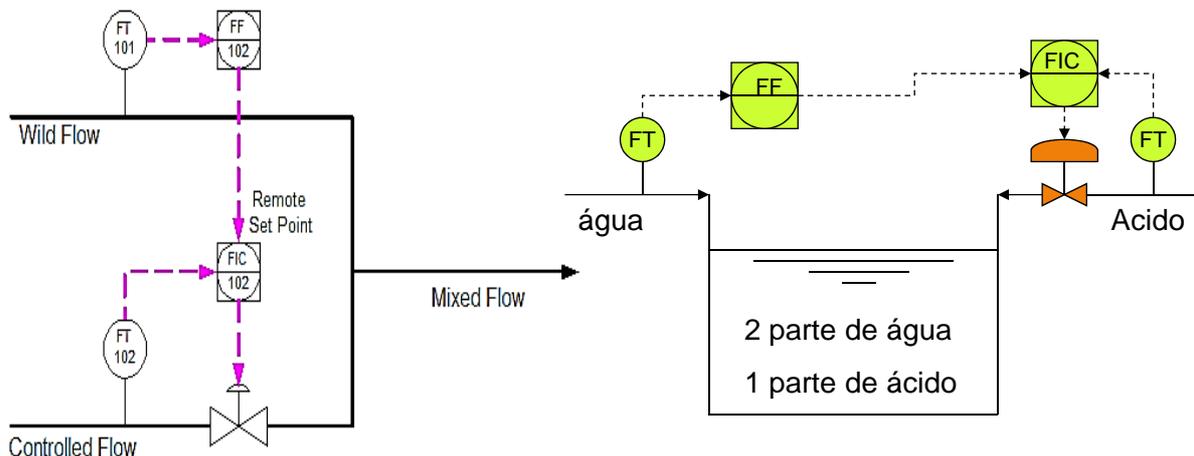
### Aplicação:

- Mistura de dois ou mais fluxos, para produzir uma mistura com uma composição especificada.
- Junção de dois ou mais fluxos, para produzir uma mistura com propriedades físicas especificadas.
- Manter a mistura de ar e combustível correta para a combustão.



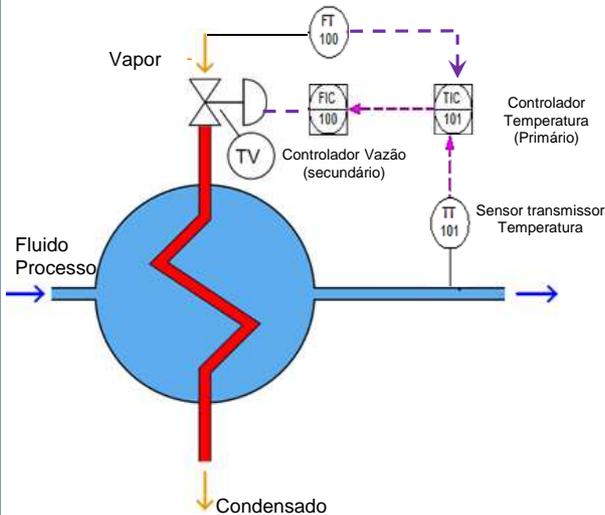
## Controle de Razão (Auto ajustado)

- Se a característica física do fluxo misturado é medido, um controlador PID pode ser utilizado para manipular o valor da relação.
- Por exemplo, uma medição da densidade, índice de octano da gasolina, cor, ou outra característica pode ser utilizada para controlar essa característica através da manipulação da proporção.



# Controle em Cascata

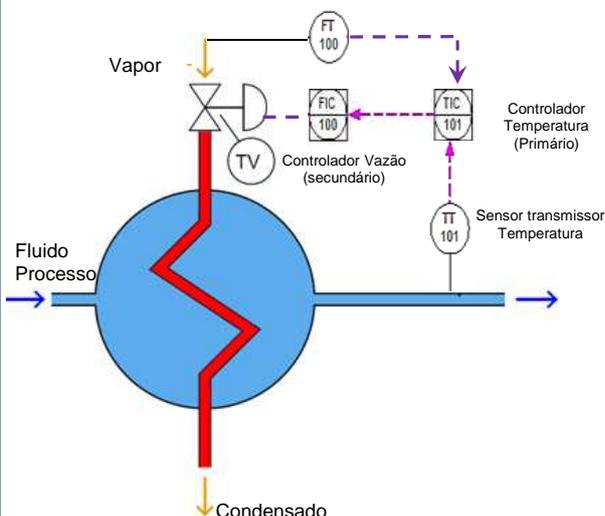
O controle em cascata usa a saída do controlador primário para manipular o ponto de o controlador secundário conjunto como se fosse o elemento de controlo final.



Objetivo:

- Permitir que o controlador secundário seja mais rápido para lidar com perturbações na malha secundária.
- Permitir controlador secundário para lidar com válvula não linear e outros problemas do elemento final de controle.
- Permitir controlar diretamente malha secundária durante certos modos de operação (como startup).

## Cascade Control (cont...)



Requisitos para controle em cascata:

Dinâmica do processo malha secundária deve ser de pelo menos quatro vezes mais rápido que a dinâmica da malha primária de controle do processo.

A malha secundária deve ter influência sobre o malha primária.

Malha secundária deve ser medível e controlável.

# Softwares para criar P&ID

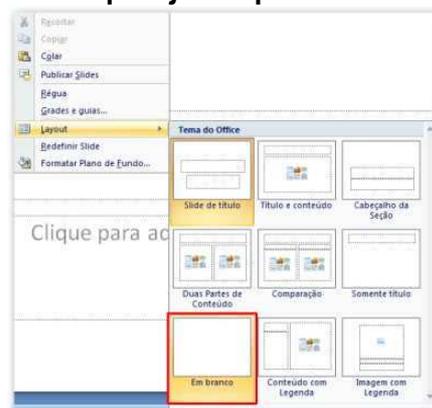
## Criando Fluxogramas

92

### Como fazer um fluxograma no Power Point?

- Com o PowerPoint você pode criar apresentações eficazes, mas a maioria dos usuários não está familiarizada com os fundamentos da criação de fluxogramas.
- Fluxogramas são bons para mostrar um projeto passo a passo, por exemplo.

**Passo 1:** Abra o PowerPoint e mude o layout da página para Em branco



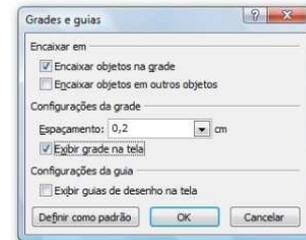
# Criando Fluxogramas

93

## Como fazer um fluxograma no Power Point?

**Passo 2:** Ative as grades para orientar-se durante o desenho dos objetos

**Passo 3:** Para acessar os objetos do fluxograma, clique em Formas:

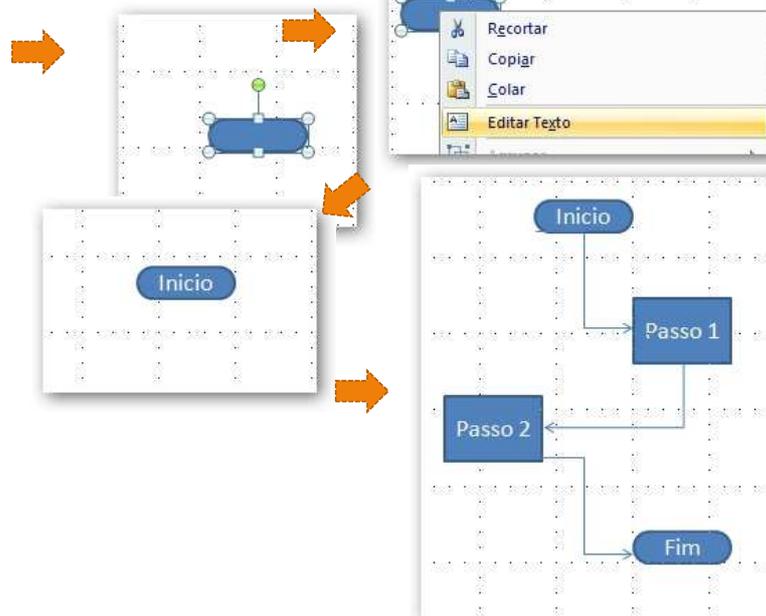


# Criando Fluxogramas

94

## Como fazer um fluxograma no Power Point

Para acessar os objetos do fluxograma, clique em Formas:

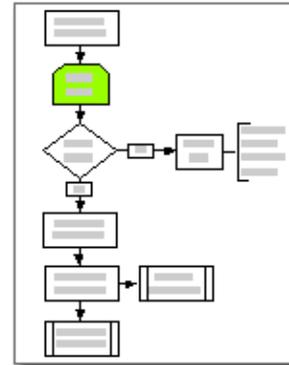


# Criando Fluxogramas

95

## No Microsoft Visio

Criar fluxogramas para documentar procedimentos, analisar processos, indicar fluxo de trabalho ou de informações, controlar custo e eficiência, etc.



# Criando Fluxogramas

96

## No Microsoft Visio

**Fluxograma**

**Modelos de Destaque**

- Diagrama de Fluxo de Trabalho
- Fluxograma Básico
- Fluxograma Multifuncional

**Outros Modelos**

- Diagrama de Fluxo de Dados
- Diagrama IDEF0
- Diagrama SDL

**Modelo de diagrama de fluxo de trabalho**

Cria diagramas de fluxo de informações, automação de processos empresariais, reengenharia de processos empresariais e tarefas de contabilidade, gerenciamento e RH. Documenta processos Six Sigma e ISO 9000.

# Criando Fluxogramas



**Engenharia**

Todos os Modelos

- Circuitos e Lógica
- Desenho de Peça e Montagem
- Diagrama de Fluxo de Processo**
- Diagrama de Tubulação e Instrumentação
- Elétrico Básico
- Energia de Fluidos
- Sistemas
- Sistemas de Controle Industrial

**Modelo de diagrama de fluxo de processo**

Crie DFPs para sistemas de tubulação (industrial, de processo, vácuo, fluidos, hidráulica, de ar e gás), suportes de tubulação, distribuição de materiais e sistemas de transferência de líquidos.

**Criar**

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

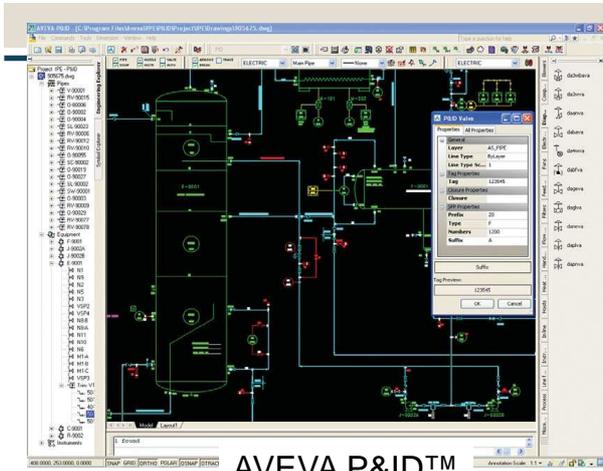
# Criando Fluxogramas

98

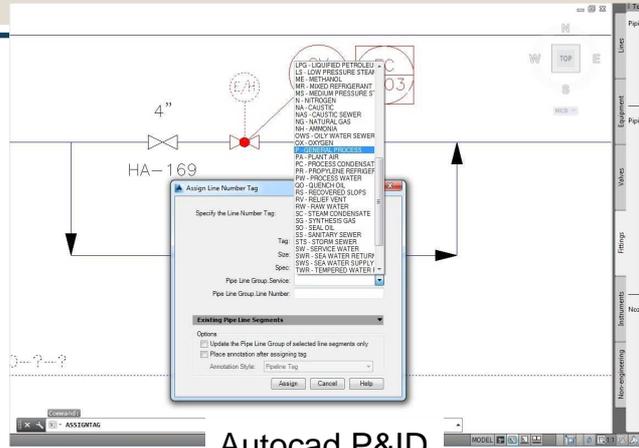
Formas

Pesquisar formas: Digite sua pesquisa aqui

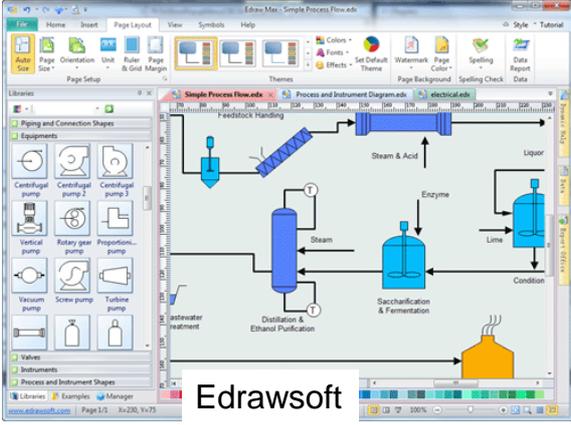
Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF



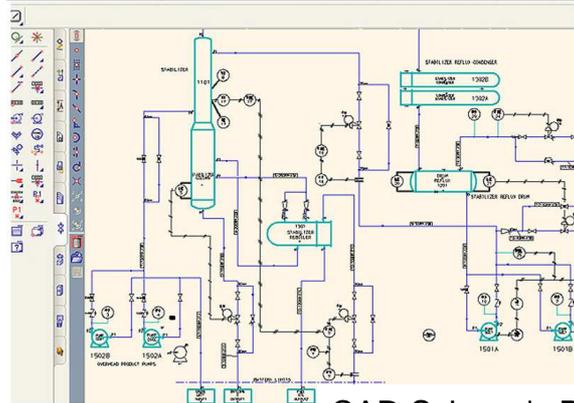
AVEVA P&ID™



Autocad P&ID



Edrawsoft



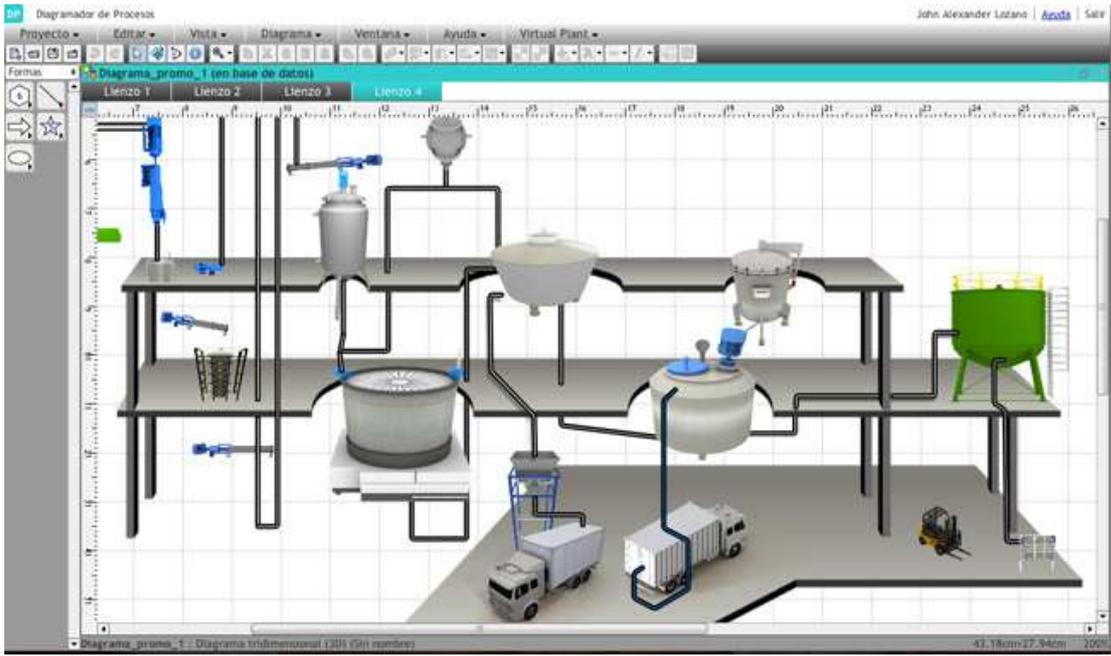
Piping and instrumentation diagram created with the MEDUSA P&ID module

CAD Schroer's P&ID

# Criando Fluxogramas



Outros:



VirtualPlant

# Criando Sinóticos

101

- **Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)**  
(proveniente do seu nome em inglês Supervisory Control and Data Acquisition)

São sistemas que utilizam softwares para monitorar e supervisionar as variáveis de processos e os dispositivos de um sistema de controle conectados através de drivers específicos.

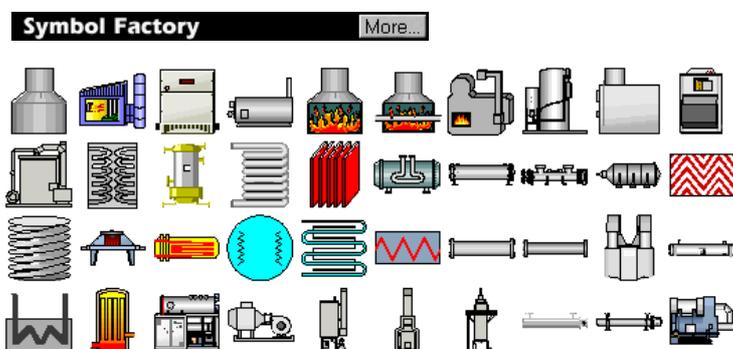
Atualmente, os SSC's do mercado possuem ferramentas para a geração de relatórios na própria estação de trabalho: Os relatórios mais comuns que são utilizados são:

- ✦ Relatório de alarmes
- ✦ Relatório de Acesso
- ✦ Relatório de variáveis

# Criando Sinóticos

102

Empregando softwares comerciais, que fornecem simbologia de equipamentos industriais, numa biblioteca de objetos específicos para automação industrial, incluindo tubulações, válvulas, motores, tanques, PLC, e símbolos oficiais do ISA.





<http://salvador.olx.com.br/software-industriais-comerciais-pessoais-php-c-c-asp-mysql-modbus-rs485-plc-clp-scada-iiid-14744893>

Profª Ninoska Bojorge - TEQ/UFF

## Bibliografia:

- Manuais de Operação da Planta Didática Smar
- Control System Documentation - Applying Symbols and Identification Raymon Mulley, ISA, 1993
- ABNT 03.004, NBR 8190 Simbologia de Instrumentação, Out/1983
- Bega, E. A, Instrumentação Industrial, 2 edição, Rio de Janeiro, Interciencia, 2006
- BRUSAMARELLO, V, BALBINOT, A, Instrumentação e fundamentos de medidas, Vol 2, Rio de Janeiro, LTC, 2007
- ALVES, S, LL, Instrumentação, Controle e Automação de processos, Rio de Janeiro, LTC, 2005
- Anderson, Norman A. Instrumentation for process measurement and control. CRC Press, 3a. Ed, 1997.
- <http://www.isarj.org.br//>
- <http://www.symbolfactory.net/>
- <http://www.reichard.com/>
- <http://www.fem.unicamp.br/~instmed/CGI.htm>
- [www.samson.de/pdf\\_en/l101en.pdf](http://www.samson.de/pdf_en/l101en.pdf)
- <http://www.apc-network.com/APC/AddonsSource/control symb.htm>
- [http://www.engineeringtoolbox.com/process-control-systems-t\\_32.html](http://www.engineeringtoolbox.com/process-control-systems-t_32.html)
- [www.fkkksa.utm.my/staff/arshad/images/lecture/POT/2.1b\\_pfd.pdf](http://www.fkkksa.utm.my/staff/arshad/images/lecture/POT/2.1b_pfd.pdf)