

Fluxogramas de processo

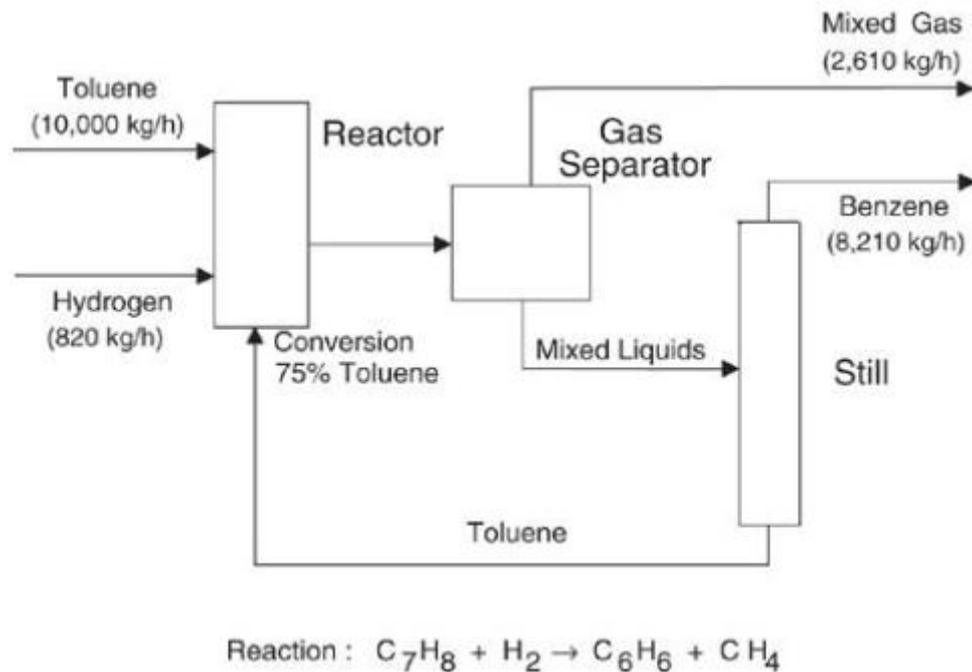
A indústria de processos químicos está envolvida na produção de uma ampla variedade de produtos que melhoram a qualidade de nossas vidas e geram renda para as empresas e seus acionistas. Em geral, os processos químicos são complexos e os engenheiros químicos da indústria encontram vários diagramas de fluxo de processos. Esses processos geralmente envolvem substâncias de alta reatividade química, alta toxicidade e alta corrosividade operando em altas pressões e temperaturas. Essas características podem levar a uma variedade de consequências potencialmente sérias, incluindo explosões, danos ambientais e ameaças à saúde das pessoas. É essencial que erros ou omissões resultantes de comunicação perdida entre pessoas e / ou grupos envolvidos no projeto e operação não ocorram quando se lida com processos químicos. A informação visual é a maneira mais clara de apresentar o material e é menos provável que seja mal interpretada. Por estas razões, é essencial que os engenheiros químicos sejam capazes de formular diagramas de processos apropriados e serem capazes de analisar e interpretar diagramas preparados por outros.

Esses diagramas de processo são essenciais para um engenheiro que foi solicitado a diagnosticar problemas operacionais, resolver problemas nas operações, modificar sistemas para aumentar a capacidade e prever os efeitos de mudanças nas condições. Todas essas atividades são essenciais para manter uma operação rentável da planta. Nos concentramos em dois diagramas que são importantes para os engenheiros químicos: fluxograma (ou diagrama) de blocos e fluxograma de processo (ainda temos os fluxogramas de tubulação e instrumentação). Destes fluxogramas, o mais útil para engenheiros é o fluxograma de processo.

Diagrama de blocos

Tolueno e o hidrogênio são convertidos em um reator para produzir benzeno e metano. A reação não é completa e um excesso de tolueno é necessário. Os gases não condensáveis são separados e descarregados. O produto benzeno e o tolueno que não reagiu são então separados por

destilação. O tolueno é então reciclado de volta para o reator e o benzeno removido na corrente de produto.



Este diagrama de fluxo em bloco fornece uma visão geral clara da produção de benzeno, sem obstruções pelos muitos detalhes relacionados ao processo. Cada bloco no diagrama representa uma função do processo e pode, na realidade, consistir em vários equipamentos. O formato geral e as convenções usadas na preparação de diagramas em bloco são apresentados a seguir:

1. Operações mostradas por blocos.
2. Principais linhas de fluxo mostradas com setas indicando a direção do fluxo.
3. O fluxo vai da esquerda para a direita sempre que possível.
4. Correntes leves (gases) em direção ao topo e correntes pesadas (líquidos e sólidos) para baixo.
5. Informações críticas exclusivas para o processo devem ser fornecidas.

6. Se as linhas se cruzarem, a linha horizontal será contínua e a linha vertical será interrompida.

7. Balanço de material simplificado fornecido.

Embora muita informação não conste, é claro que tal diagrama é muito útil para “sentir” o processo. Estes tipos de diagramas geralmente formam o ponto de partida para o desenvolvimento de um fluxograma de processo. Eles são muito úteis para a avaliação preliminar das principais características do processo, sem gastar tempo com detalhes.

Fluxograma de processo

O fluxograma do processo representa um grande avanço em termos da quantidade de informações. Contém a maior parte dos dados de engenharia necessários para o projeto de um processo químico. Não há padrões universalmente aceitos e um fluxograma de processo de uma empresa provavelmente conterá informações ligeiramente diferentes de um mesmo processo de outra empresa.

Um fluxograma típico conterá as seguintes informações:

1. Todos os principais equipamentos no processo serão representados no diagrama juntamente com uma descrição do equipamento. Para cada equipamento será atribuído um número exclusivo e um nome descritivo.
2. Todos os fluxos serão mostrados e identificados por um número. Uma descrição das condições do processo e composição química de cada fluxo será incluída. Esses dados serão exibidos diretamente ou incluídos em uma tabela de resumo de fluxo.
3. Todos os fluxos de utilidades (vapor, ar comprimido, água de refrigeração, óleos térmicos) fornecidos aos principais equipamentos são mostrados.
4. Loops básicos de controle, ilustrando a estratégia de controle usada para operar o processo durante operações normais, são mostrados.

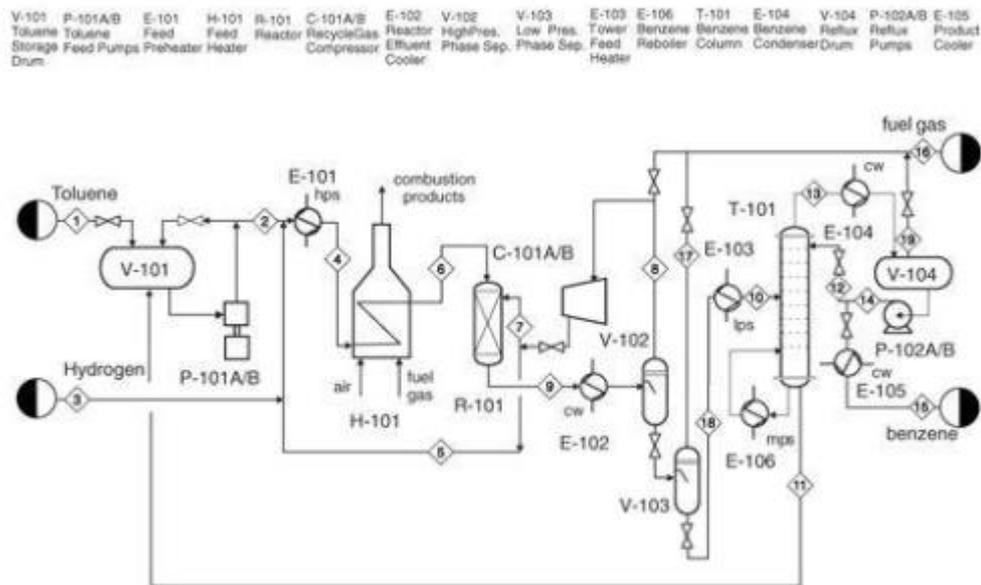
Observa-se que o fluxograma é complexo e requer um esforço substancial para preparação. É essencial que seja organizado e fácil de seguir, evitando erros na interpretação.

As informações básicas fornecidas podem ser classificadas em:

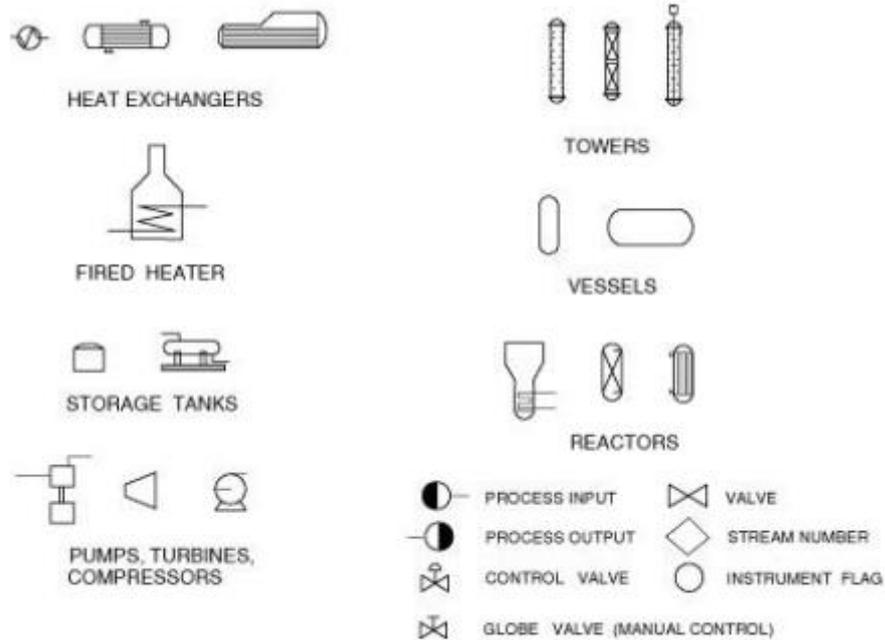
1. Topologia do processo
2. Informações das correntes.
3. Informações dos equipamentos.

1. Topologia do processo

Ilustra a localização dos principais equipamentos e as conexões que as correntes de processo fazem entre eles.



É necessário conhecer uma listagem básica de símbolos. A seguir alguns exemplos:



O fluxograma mostra que cada peça principal do equipamento de processo é identificada por um número no diagrama. Uma lista dos números dos equipamentos junto com um breve nome descritivo é identificado ao longo do diagrama. A localização desses números e nomes de equipamentos corresponde aproximadamente à localização horizontal da peça correspondente do equipamento. Um exemplo da formatação e identificação do equipamento do processo é ilustrada a seguir.

Process Equipment	General Format XX-YYY A/B
	XX are the identification letters for the equipment classification
	C - Compressor or Turbine
	E - Heat Exchanger
	H - Fired Heater
	P - Pump
	R - Reactor
	T - Tower
	TK - Storage Tank
	V - Vessel
	Y designates an area within the plant
	ZZ is the number designation for each item in an equipment class
	A/B identifies parallel units or backup units not shown on a PFD
Supplemental Information	Additional description of equipment given on top of PFD

Considere a operação da unidade P-101A / B e o que significa cada número ou letra. O P-101A / B identifica o equipamento como uma bomba. P-101A / B indica que a bomba está localizada na área 100 da planta.

P-101A / B indica que esta bomba específica é a número 01 na unidade 100. P-101A / B indica que uma bomba de reserva está instalada. Assim, existem duas bombas idênticas P-101A e P-101B. Uma bomba estará operando enquanto a outra estiver inativa.

2. Informações das correntes.

Voltando ao à figura do processo, pode-se observar que cada uma das correntes é identificada por um número em uma caixa na forma de losango. A direção do fluxo é identificada por uma ou mais pontas de seta. Também são identificados correntes de utilidades. Utilidades são serviços necessários que estão disponíveis na fábrica. As fábricas de produtos químicos contam com uma série de utilidades centrais que incluem eletricidade, ar comprimido, água de resfriamento, água refrigerada, vapor, retorno de condensado, gás inerte para manta, esgoto químico, tratamento de águas residuais e aquecimento. Uma lista dos serviços comuns é fornecida a seguir.

Process Streams	
All conventions shown in Table 1.1 apply. Diamond symbol located in flow lines. Numerical identification (unique for that stream) inserted in diamond. Flow direction shown by arrows on flow lines.	
Utility Streams	
lps	Low-Pressure Steam: 3–5 barg (sat) †
mps	Medium-Pressure Steam: 10–15 barg (sat) †
hps	High-Pressure Steam: 40–50 barg (sat) †
htm	Heat Transfer Media (Organic): to 400°C
cw	Cooling Water: From Cooling Tower 30°C Returned at Less Than 45°C†
wr	River Water: From River 25°C Returned at Less Than 35°C
rw	Refrigerated Water: In at 5°C Returned at Less Than 15°C
rb	Refrigerated Brine: In at –45°C Returned at Less Than 0°C
cs	Chemical Waste Water with High COD
ss	Sanitary Waste Water with High BOD, etc.
el	Electric Heat (Specify 220, 440, 660V Service)
ng	Natural Gas
fg	Fuel Gas
fo	Fuel Oil
fw	Fire Water
†These pressures are set during the preliminary design stages and typical values vary within the ranges shown.	
‡Above 45°C, significant scaling occurs.	

Algumas informações adicionais podem ser dadas na forma de tabela. As principais informações requeridas são:

- * Número do fluxo
- * Temperatura
- * Pressão
- * Vazão total das correntes

Informações opcionais:

- * Propriedades físicas significativas como densidade e viscosidade.
- * Dados Termodinâmicos como calor trocado, entalpia.

Stream Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperature (°C)	25	59	25	225	41	600	41	38
Pressure (bar)	1.90	25.8	25.5	25.2	25.5	25.0	25.5	23.9
Vapor Fraction	0.0	0.0	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mass Flow (tonne/h)	10.0	13.3	0.82	20.5	6.41	20.5	0.36	9.2
Mole Flow (kmol/h)	108.7	144.2	301.0	1204.4	758.8	1204.4	42.6	1100.8
Component Mole Flow (kmol/h)								
Hydrogen	0.0	0.0	286.0	735.4	449.4	735.4	25.2	651.9
Methane	0.0	0.0	15.0	317.3	302.2	317.3	16.95	438.3
Benzene	0.0	1.0	0.0	7.6	6.6	7.6	0.37	9.55
Toluene	108.7	143.2	0.0	144.0	0.7	144.0	0.04	1.05

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	654	90	147	112	112	112	38	38	38	38	112
	24.0	2.6	2.8	3.3	2.5	3.3	2.3	2.5	2.8	2.9	2.5
	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0
	20.9	11.6	3.27	14.0	22.7	22.7	8.21	2.61	0.07	11.5	0.01
	1247.0	142.2	35.7	185.2	290.7	290.7	105.6	304.2	4.06	142.2	0.90
	652.6	0.02	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	178.0	0.67	0.02	0.02
	442.3	0.88	0.0	0.0	0.88	0.0	0.0	123.05	3.10	0.88	0.88
	116.0	106.3	1.1	184.3	289.46	289.46	105.2	2.85	0.26	106.3	0.0
	36.0	35.0	34.6	0.88	1.22	1.22	0.4	0.31	0.03	35.0	0.0

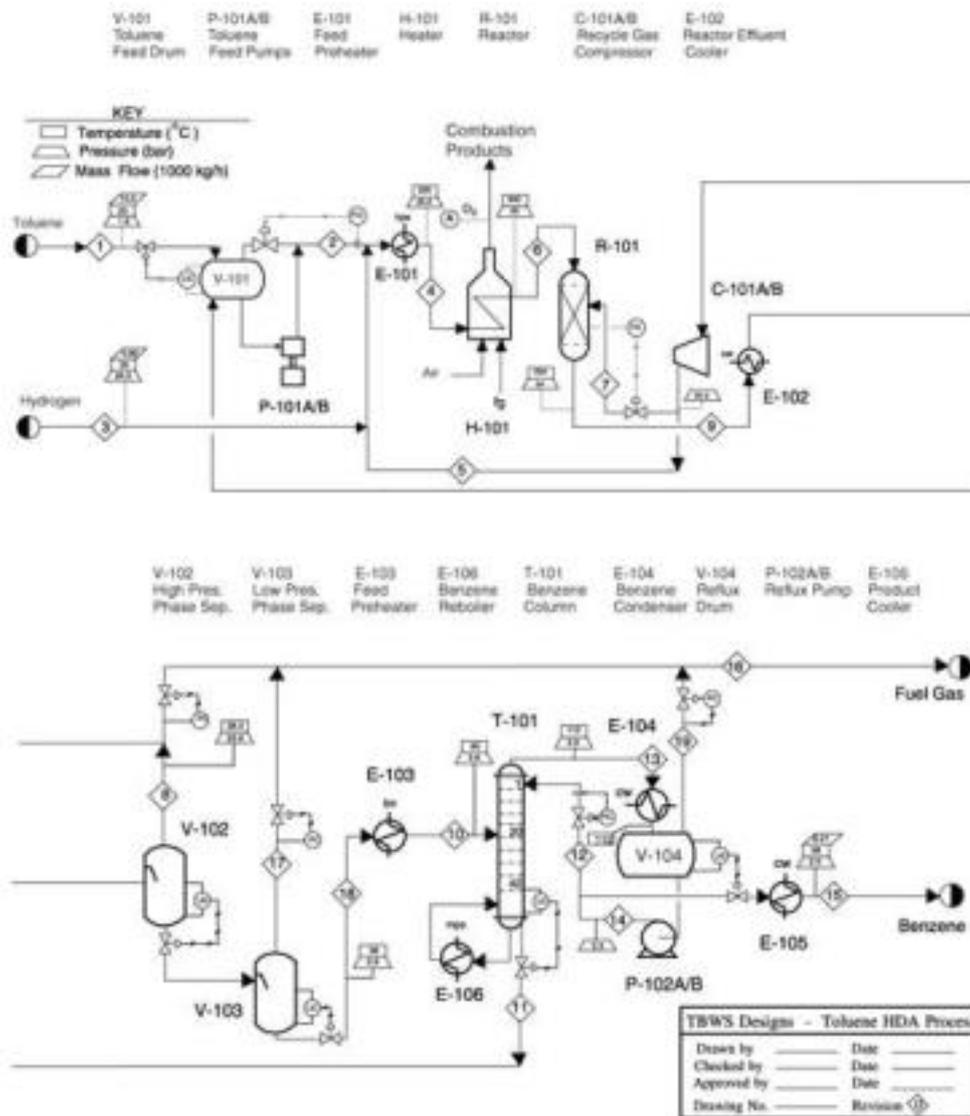
3. Informações dos equipamentos

O elemento final do fluxograma de processo é uma listagem dos equipamentos. Fornece as informações necessárias para estimar os custos e a base para o projeto detalhado do equipamento. A Tabela a seguir fornece as informações necessárias para o exemplo em estudo.

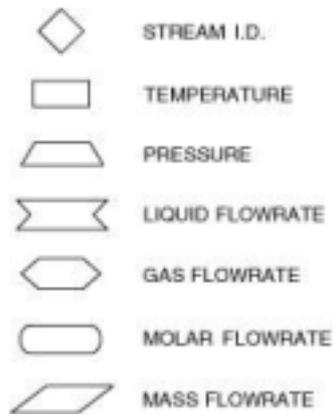
Heat Exchangers	E-101	E-102	E-103	E-104	E-105	E-106
Type	FLH.	FLH.	MDP	FLH.	MDP	FLH.
Area (m ²)	36	763	11	35	12	80
Duty (MJ/h)	15,190	46,660	1055	8335	1085	9045
Shell						
Temp. (°C)	225	654	160	112	112	185
Pres. (bar)	26	24	6	3	3	11
Phase	Vap.	Par. Cond.	Cond.	Cond.	l	Cond.
MOC	316SS	316SS	CS	CS	CS	CS
Tube						
Temp. (°C)	258	40	90	40	40	147
Pres. (bar)	42	3	3	3	3	3
Phase	Cond.	l	l	l	l	Vap.
MOC	316SS	316SS	CS	CS	CS	CS
Vessels/Tower/Reactors						
	V-101	V-102	V-103	V-104	T-101	R-101
Temperature (°C)	55	38	38	112	147	660
Pressure (bar)	2.0	24	3.0	2.5	3.0	25
Orientation	Horiznl	Vertical	Vertical	Horiznl	Vertical	Vertical
MOC	CS	CS	CS	CS	CS	316SS
Size						
Height/Length (m)	5.9	3.5	3.5	3.9	29	14.2
Diameter (m)	1.9	1.1	1.1	1.3	1.5	2.3
Internals		s.p.	s.p.		42 sieve trays 316SS	catalyst packed bed-10m
Pumps/Compressors						
	P-101 (A/B)	P-102 (A/B)	C-101 (A/B)	Heater	H-101	
Flow (kg/h)	13,000	22,700	6770	Type	Fired	
Fluid Density (kg/m ³)	870	880	8.02	MOC	316SS	
Power (shaft) (kW)	14.2	3.2	49.1	Duty (MJ/h)	27,040	

Pumps/Compressors	P-101 (A/B)	P-102 (A/B)	C-101 (A/B)	Heater	H-101
Type/Drive	Recip./ Electric	Centrf./ Electric	Centrf./ Electric	Radiant Area (m ²)	106.8
Efficiency (Fluid Power/Shaft Power)	0.75	0.50	0.75	Convective Area (m ²)	320.2
MOC	CS	CS	CS	Tube P (bar)	26.0
Temp. (in) (°C)	55	112	38		
Pres. (in) (bar)	1.2	2.2	23.9		
Pres. (out) (bar)	27.0	4.4	25.5		
Key:					
MOC	Materials of construction	Par	Partial		
316SS	Stainless steel type 316	F.H.	Fixed head		
CS	Carbon steel	Fl.H.	Floating head		
Vap	Stream being vaporized	Rbl	Reboiler		
Cond	Stream being condensed	s.p.	Splash plate		
Recipr.	Reciprocating	l	Liquid		
Centrf.	Centrifugal	MDP	Multiple double pipe		

A união das informações gera o fluxograma de processo.



Informações de fluxo são adicionadas ao diagrama anexando “sinalizadores de informações” (flags). A forma dos sinalizadores indica as informações específicas fornecidas no sinalizador. Esses sinalizadores de informação desempenham um papel duplo. Eles fornecem informações necessárias no projeto da fábrica, levando à construção da fábrica e a análise de problemas operacionais durante sua vida útil. A seguir alguns sinalizadores usualmente empregados.



Outros diagramas mais específicos são empregados, como o de tubulação e instrumentação.

