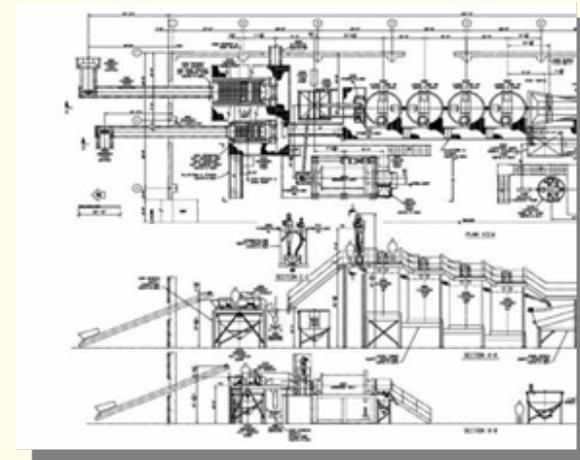
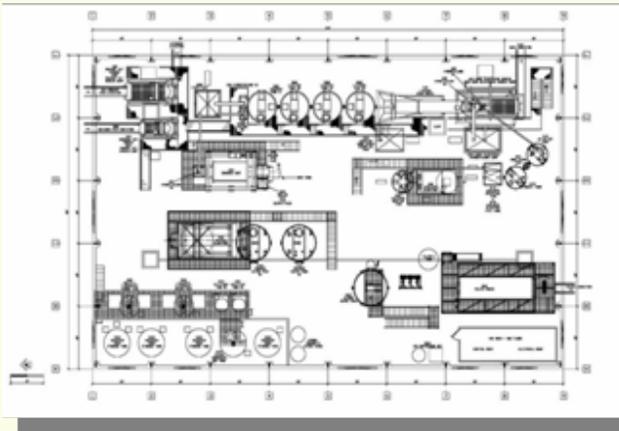
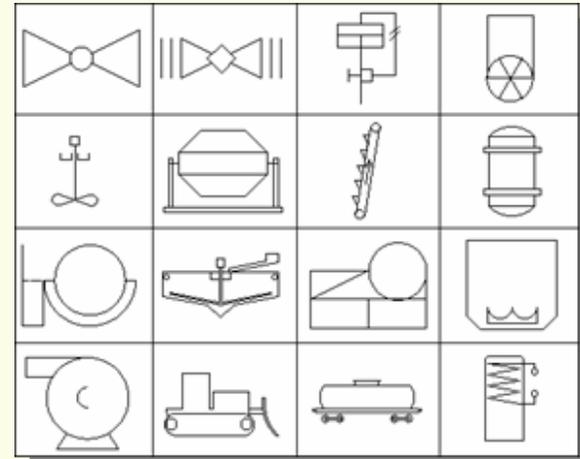
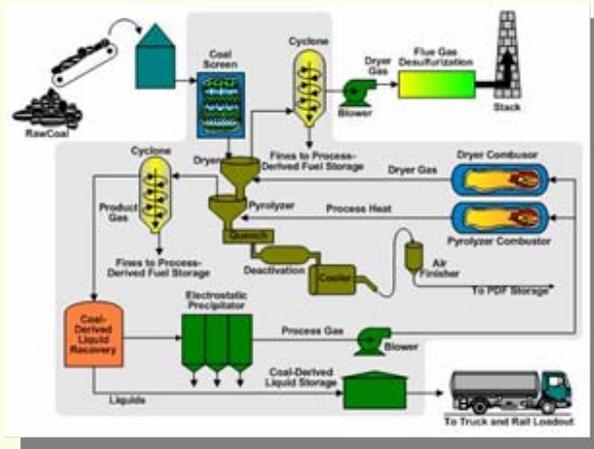


BFD, PFD, P&ID



Diagrammi nell'ingegneria di processo

- Tre sono i principali diagrammi utilizzati dagli ingegneri chimici per progettare e descrivere i processi
 - **Block Flow Diagram BFD**
 - Partendo da un diagramma input-output del processo lo si suddivide nei suoi blocchi funzionali principali quali: la sezione di reazione, quella di separazione, ecc. Si aggiungono poi le correnti di riciclo ed i bilanci materiali preliminari.
 - **Process Flow Diagram PFD**
 - Il passo successivo è quello di valutare e quantificare in modo esaustivo i bilanci materiali ed energetici per tutte le correnti del processo. Si aggiungono poi le specifiche dimensionali preliminari delle apparecchiature.
 - **Piping and Instrumentation Diagram P&ID**
 - Si introducono le specifiche descrittive i dettagli meccanici e della strumentazione di processo



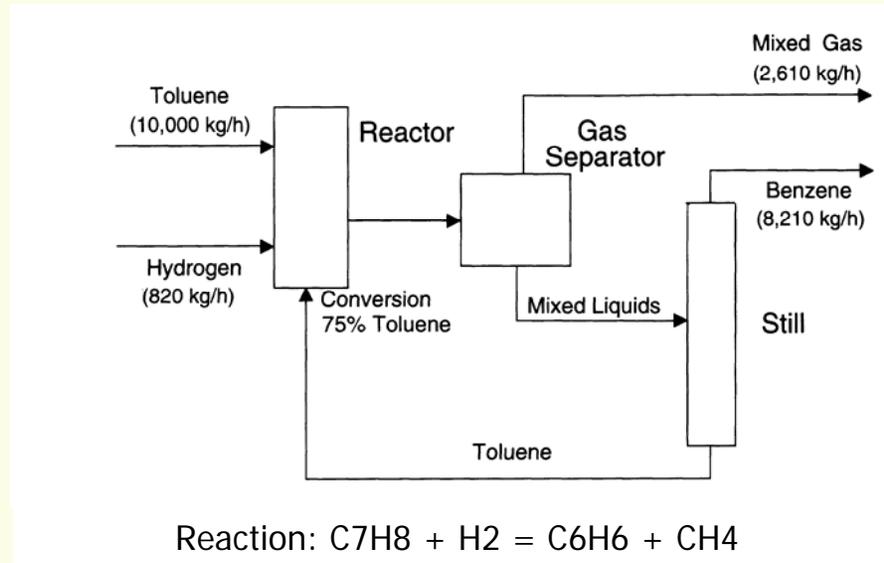
Diagrammi

- ❑ Il modo più chiaro ed efficiente per comunicare delle informazioni relative ad un processo chimico è quello di utilizzare dei diagrammi di flusso. L'informazione **visiva** rappresenta la via migliore e più trasparente per presentare i dati provenienti dalla progettazione e per evitare incomprensioni e ambiguità.
- ❑ Si adotta ovunque possibile la terminologia e la simbologia inglese dato che nella maggior parte dei casi la documentazione prodotta da una ditta di ingegneria è per commesse estere.
- ❑ Si fa riferimento a simbologia e diagrammi tratti dal testo:

**R. Turton, R. Bailie, W. Whiting, J. Shaeiwitz
Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes
Prentice Hall, New Jersey, 1998**



BFD: Block Flow Diagram



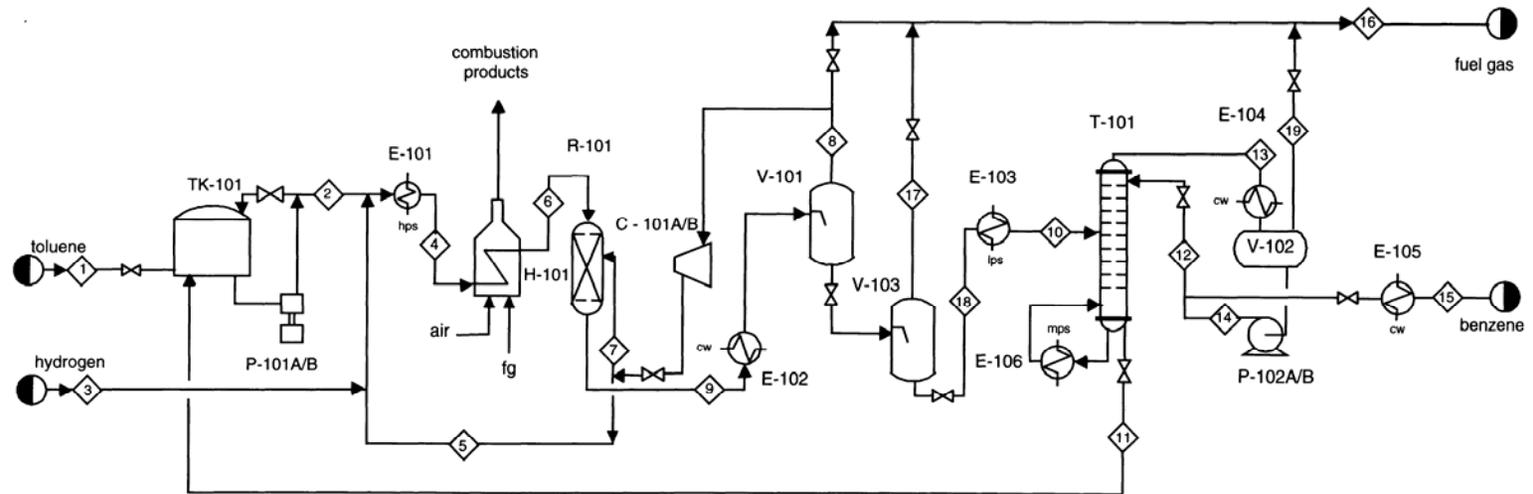
❑ Convenzioni e formati raccomandati per la realizzazione di BFDs

1. Le operazioni sono indicate tramite blocchi
2. Le correnti principali sono individuate da linee con frecce indicanti il verso del flusso
3. Il flusso delle correnti va da sinistra a destra, qualora possibile
4. Correnti leggere (gas) verso l'alto, correnti pesanti (liquidi e solidi) verso il basso dei blocchi rappresentanti le singole porzioni dell'impianto
5. Fornire le informazioni principali e basilari per il processo
6. Se le linee di processo si incrociano vengono tenute continue quelle orizzontali mentre si spezza quelle verticali
7. Si forniscono bilanci materiali semplificati e le reazioni principali

PFD: Process Flow Diagram

- ❑ Il PFD rappresenta un salto notevole rispetto al BFD. È certamente il diagramma più importante e più utilizzato per descrivere con un adeguato livello di dettaglio la struttura del processo investigato.
- ❑ Non esiste una nomenclatura definita ed universalmente accettata. In generale comunque, un PFD contiene le seguenti informazioni:
 1. Tutte le apparecchiature più importanti vengono mostrate insieme con una breve descrizione. Ogni apparecchiatura è individuata da un codice.
 2. Tutte le correnti di processo vengono mostrate ed identificate con un numero. Ogni corrente riporta le condizioni di processo e la composizione. Questi dati possono essere riportati direttamente sul PFD oppure in una tabella riassuntiva allegata.
 3. Vengono riportate e descritte tutte le *utility* alle apparecchiature dell'impianto
 4. Sono infine indicati i loop di controllo principali
- ❑ Le informazioni riportate da un PFD possono essere così riassunte:
 1. Topologia del processo
 2. Informazioni relative alle correnti
 3. Informazioni relative alle apparecchiature

TK-101	P - 101 A/B	E - 101	H - 101	R - 101	C - 101 A/B	E - 102	V - 101	V - 103	E - 103	E - 106	T - 101	E - 104	V - 102	P - 102 A/B	E - 105
Toluene Storage Tank	Toluene Pump	Feed Preheat.	Feed Heater	Reactor	Recycle Gas Compressor	Reactor Effluent Cooler	H.P Phase Separator	L.P Phase Separator	Tower Feed Heater	Benz. Reboiler	Benz. Tower	Benz. Conden. Drum	Reflux Drum	Reflux Pumps	Product Cooler



PFD per la produzione di benzene tramite idrodealchilazione del toluene (HDA)

PFD: Topologia del processo

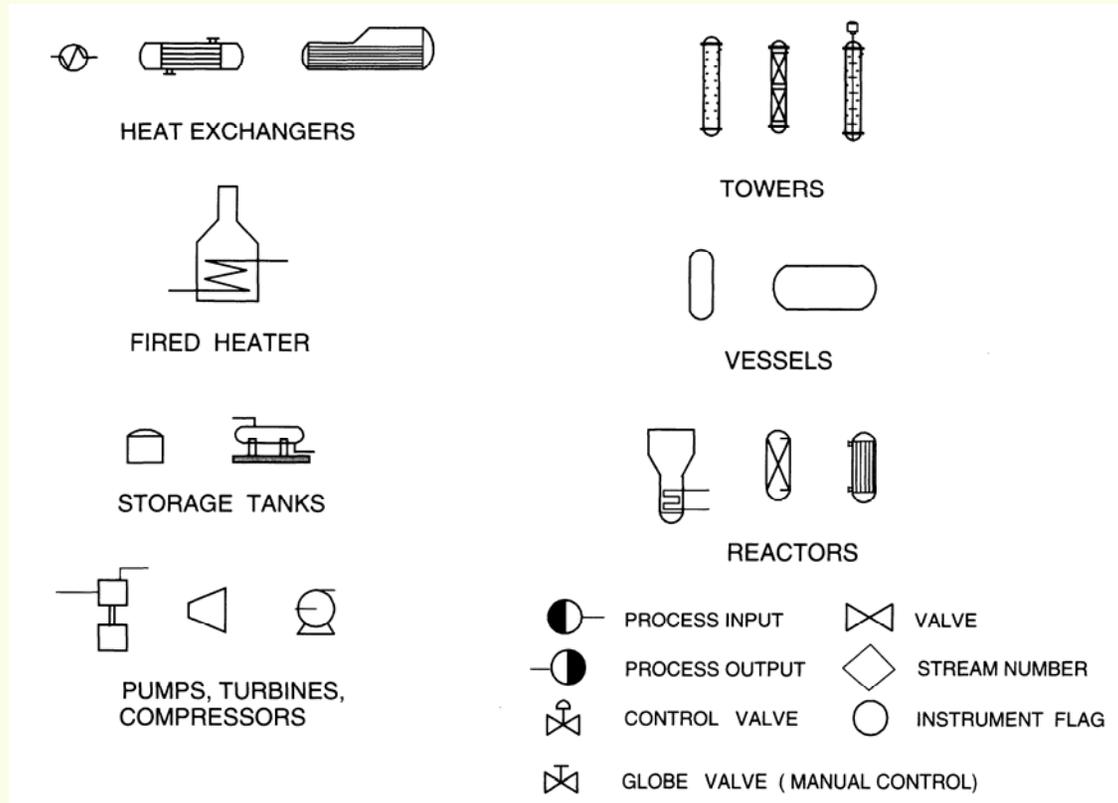
- ❑ Si definisce Topologia del Processo la posizione e l'interazione tra le apparecchiature e le correnti dello stesso.
- ❑ Le apparecchiature sono rappresentate tramite icone. L'ASME (American Society of Mechanical Engineers) pubblica periodicamente una lista di simboli da utilizzare nella produzione dei PFD. Cionondimeno è frequente l'utilizzo di simboli *custom* da parte delle ditte di ingegneria al fine di rendere distinguibili e riconoscibili i propri PFD da quelli delle ditte concorrenti.
- ❑ Ogni apparecchiatura è identificata da un numero sul PFD.

Ad esempio la pompa del toluene **P-101A/B** fornisce le seguenti indicazioni:

- **P-101A/B** identifica l'apparecchiatura come una pompa
- **P-101A/B** indica che la pompa è posizionata nell'area **100** dell'impianto
- **P-101A/B** indica che quella pompa specifica è la numero **01** dell'area 100
- **P-101A/B** indica che sono installate in realtà due pompe: P-101A e P-101B . La seconda è di back-up. Normalmente non lavora ma entra in funzione quando la prima si rompe o deve essere mantenuta.
- Il termine "Pompa del Toluene" è il nome che identifica in modo colloquiale la P101 e viene utilizzato nelle discussioni sul processo.



PFD: Topologia del processo



Simboli per la realizzazione di un PFD

PFD: Topologia del processo

Convenzioni utilizzate per identificare le apparecchiature del processo

- ❑ Formato generale: **XX-YYZ A/B**
- ❑ **XX** sono le lettere di identificazione per la classificazione delle apparecchiature
 - C – Compressor, turbine
 - E – Heat Exchanger
 - H – Fired Heater
 - P – Pump
 - R – Reactor
 - T – Tower
 - TK – Storage Tank
 - V – Vessel
- ❑ **Y** individua l'area dell'impianto dove viene posizionata l'apparecchiatura
- ❑ **ZZ** indica il numero sequenziale dell'apparecchiatura specifica
- ❑ **A/B** indica apparecchiature in parallelo o di back-up



PFD: Informazioni sulle correnti

Convenzioni utilizzate per identificare le correnti del processo

- ❑ Ogni corrente di processo è identificata da un numero contenuto in un rombo a cavallo della stessa. La direzione della corrente è definita da una o più frecce.
- ❑ Le utility possono essere: elettricità, aria compressa, acqua di raffreddamento, acqua refrigerata, vapore, condensato, gas inerti, fogna chimica, trattamento acque e torce. Si adotta la seguente simbologia:

- **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 medium (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
- **el** electric energy (specify 220, 380, 440, 660V service)
- **ng** natural gas
- **fg** fuel gas
- **fo** fuel oil
- **fw** fire water



PFD: Informazioni sulle correnti

Come già detto ogni corrente è individuata da un numero. Una **tabella riassuntiva** che accompagna il PFD riporta i dati relativi alle correnti di processo.

□ Informazioni essenziali

- Stream number
- Temperature [$^{\circ}\text{C}$]
- Pressure [bar]
- Vapor Fraction
- Total Mass Flow Rate [kg/h]
- Total Mole Flow Rate [kmol/h]
- Individual Component Flow Rates [kmol/h]

□ Informazioni opzionali

- Component Mole Fractions
- Component Mass Fractions
- Individual Component Flow Rates [kg/h]
- Volumetric Flow Rates [m^3/h]
- Significant Physical Properties: Density, Viscosity, ...
- Thermodynamic Data: Heat Capacity, Enthalpy, K-values, ...
- Stream name



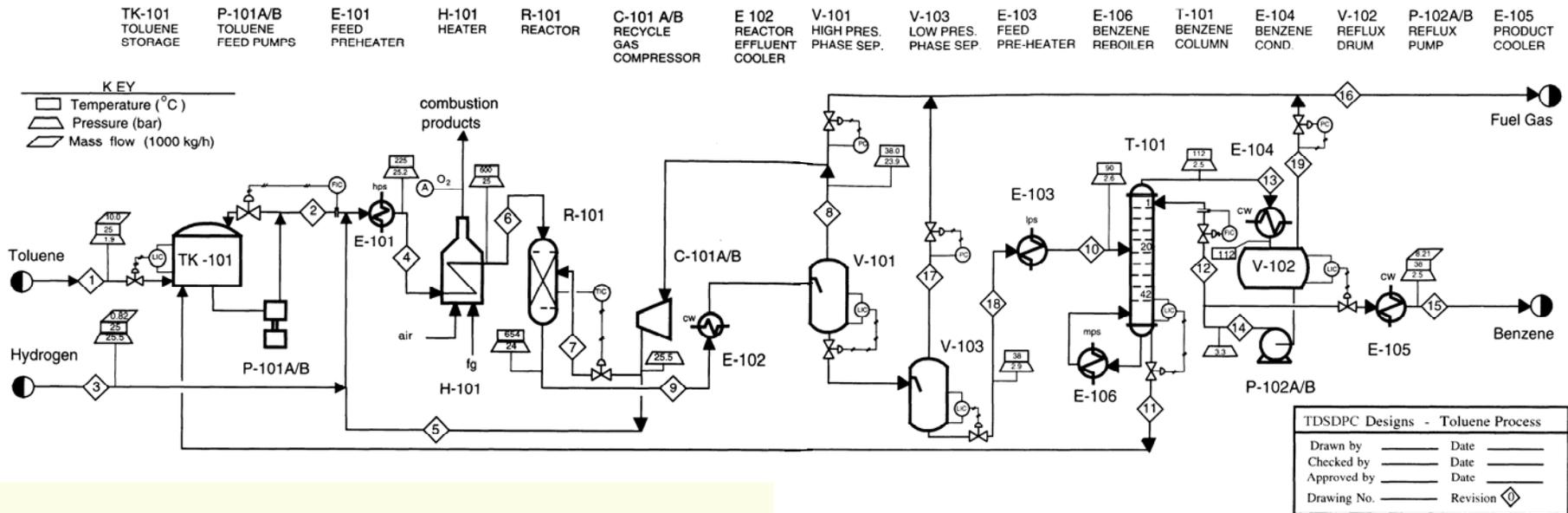
PFD: Informazioni sulle apparecchiature

L'ultimo elemento del PFD è il sommario delle apparecchiature che permette di stimarne i costi e che fornisce il punto di partenza per effettuare una progettazione dettagliata.

Equipment type	Description of the equipment
Towers	Size (height and diameter), Pressure, Temperature, Number and type of trays, Height and type of packing, Materials of construction
Heat Exchangers	Type: gas-gas, gas-liquid, liquid-liquid, Condenser, Vaporizer Process: Duty, Area, Temperature and Pressure for both streams Number of shell and tube passes Materials of construction: shell and tubes
Tanks, Vessels	Height, Diameter, Orientation, Pressure, Temperature, Materials of construction
Pumps	Flow, Discharge, Pressure, Temperature, ΔP , Driver type, Shaft power, Materials of construction
Compressors	Actual inlet flow rate, Pressure, Temperature, Driver type, Shaft power, Materials of construction
Heaters (fired)	Type, Tube pressure, Tube temperature, Duty, Fuel, Materials of construction
Others	Provide critical information



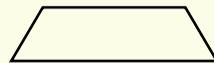
PFD: Realizzazione finale



È possibile inserire nel PFD delle informazioni, esplicite relative alle correnti di processo, facendo uso di speciali "flag". Tali "flag" sono attaccati alle correnti cui fanno riferimento tramite un richiamo e delle caselle di testo di forma differente per indicare il valore di grandezze quali:



STREAM ID



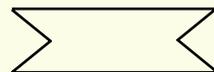
PRESSURE



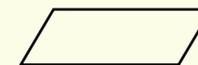
MOLAR FLOW RATE



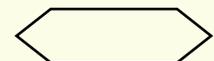
TEMPERATURE



LIQUID FLOW RATE



MASS FLOW RATE



GAS FLOW RATE



P&ID: Piping & Instrumentation Diagram

Altro sinonimo di P&ID è MFD cioè Mechanical Flow Diagram. Contiene i dati necessari per iniziare a pianificare la costruzione dell'impianto. Per ogni apparecchiatura sono riportati i dati meccanici e funzionali.

Fanno eccezione:

1. Condizioni operative: T e P
2. Valori delle correnti
3. Posizionamento delle apparecchiature
4. Tubature: lunghezze e riempimenti
5. Supporti, Strutture e Fondamenta

Occorre invece indicare:

For Equipment – show every piece including:	Spare units, Parallel units, Summary detail on each unit
For piping – Include all lines including Drains, and specify:	Size (standard), Thickness, Materials of construction, Insulation (thickness and type)
For instruments – Identify:	Indicators, Recorders, Controllers, Show instrument lines
For utilities – Identify:	Entrance utilities, Exit utilities, Exit to waste treatment facilities



P&ID: Convenzioni

Posizionamento della strumentazione:



Strumentazione in campo



Strumentazione sul fronte del pannello di controllo in sala quadri



Strumentazione sul retro del pannello di controllo in sala quadri

Significato delle lettere identificative



Prima lettera: X		Seconda e terza lettera Y	
A	Analysis	A	Alarm
B	Burner flame	B	
C	Conductivity	C	Control
D	Density or specific gravity	D	
E	Voltage	E	Element
F	Flowrate	F	
H	Hand (manually initiated)	H	High
I	Current	I	Indicate
J	Power	J	
K	Time or time schedule	K	Control station
L	Level	L	Light or low
M	Moisture or humidity	M	Middle or intermediate
O		O	Orifice

P&ID: Convenzioni

Significato delle lettere identificative



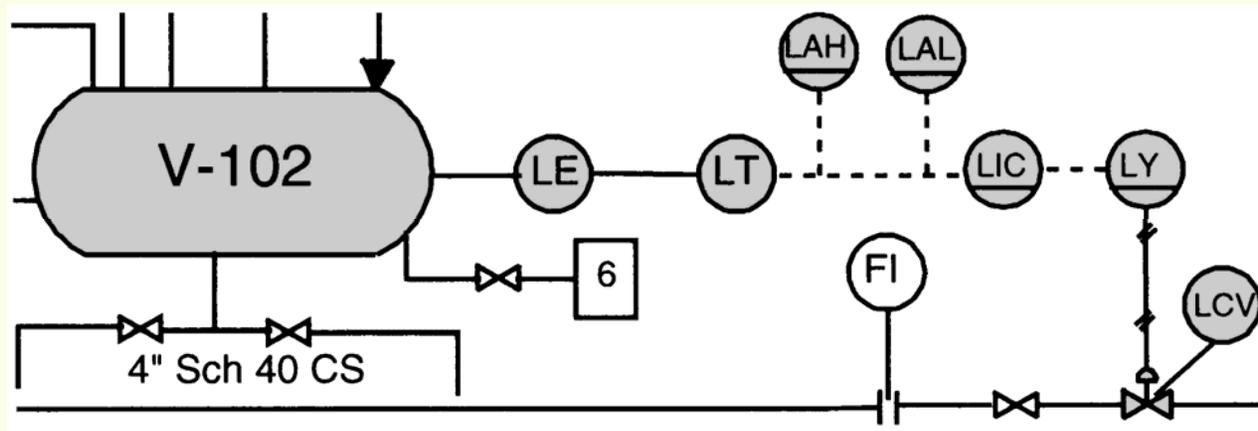
Prima lettera: X		Seconda e terza lettera Y	
P	Pressure or vacuum	P	Point
Q	Quantity or event	Q	
R	Radioactivity or ratio	R	Record or print
S	Speed or frequency	S	Switch
T	Temperature	T	Transmit
V	Viscosity	V	Valve, damper or louver
W	Weight	W	Well
Y		Y	Relay or compute
Z	Position	Z	Drive

Identificazione delle connessioni strumentali

- Capillare
- //——//——//——// Pneumatico
- Elettrico



P&ID: Analisi della strumentazione



Struttura del loop di controllo di livello per il serbatoio V-102

- **LE** sensore di livello posizionato sul serbatoio **V-102**
- **LT** trasmettitore di livello posizionato sul serbatoio **V-102**
- Invio del segnale tramite segnale elettrico - - - - - alla sala quadri
- **LIC** indicatore e controllore di livello in sala quadri
- Invio di un segnale elettrico - - - - - allo strumento **LY**
- **LY** strumento in grado di calcolare l'esatta apertura della valvola
- Invio di un segnale pneumatico (linea continua) alla valvola di controllo **LCV**
- **LAH** allarme di livello troppo alto in sala quadri (pannello frontale)
- **LAL** allarme di livello troppo basso in sala quadri (pannello frontale)

