

Facultad de Ingeniería - UNJu  
Ingeniería Química

# Ingeniería de Procesos



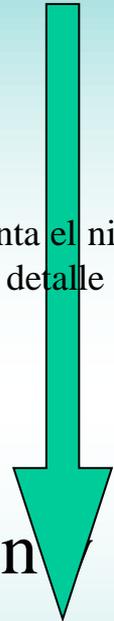
# Diagramas para el estudio de los procesos químicos

*“La manera mas efectiva de comunicar información de los procesos es por medio de Diagramas de Flujo.”*

# Los Diagramas de Flujo de procesos son:

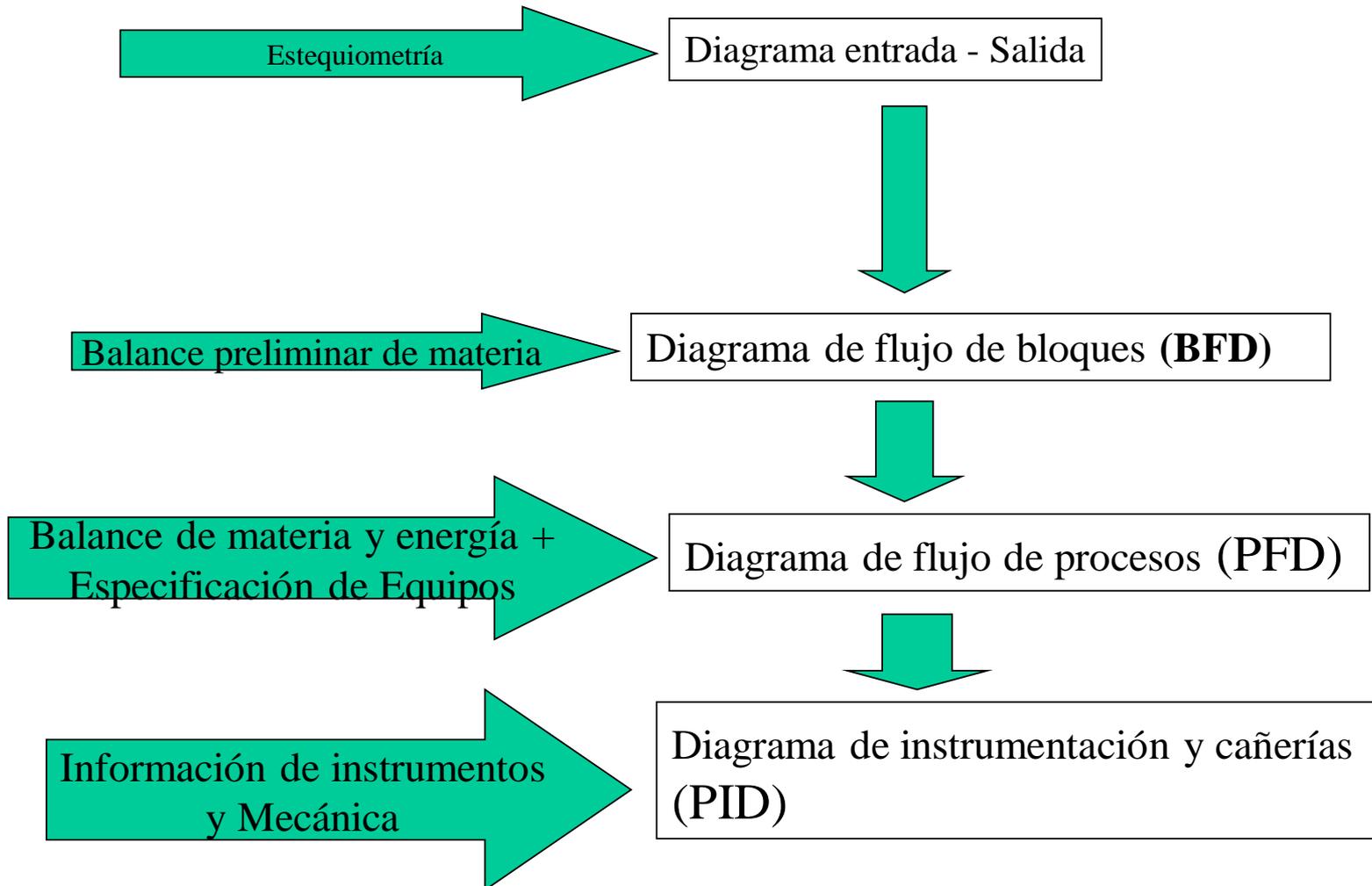
- Diagrama de Flujo de Bloque de Entrada/Salida.
- Diagrama de Flujo en Bloque (BFD).
  - Proceso
  - Planta
- Diagrama de Flujo de Proceso (PFD).
- Diagrama de Flujo de Proceso con Instrumentación y cañerías (P&ID).

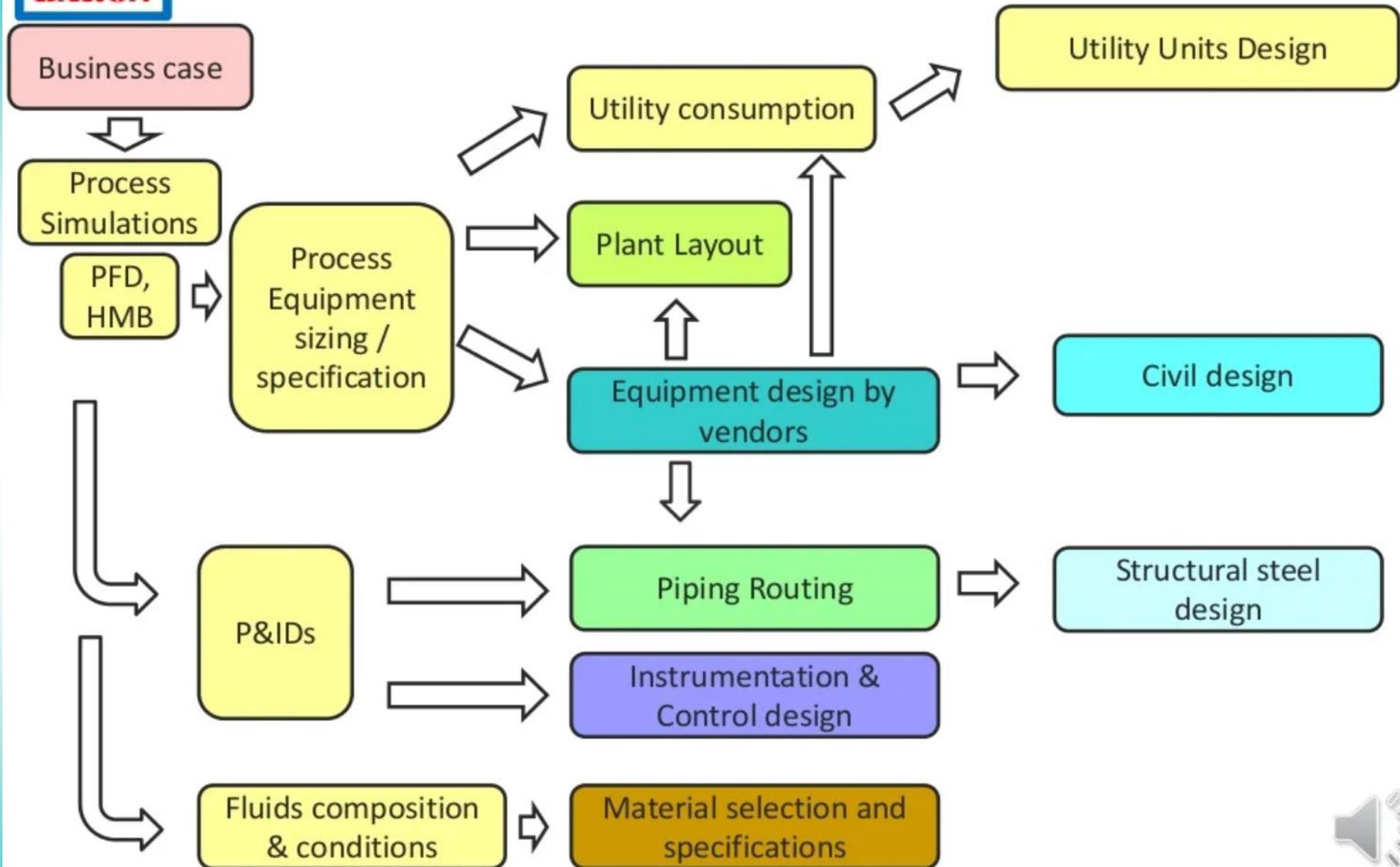
Aumenta el nivel de detalle



*La manera más conveniente para representar un proceso es mediante diagramas de flujo.*

# Diagramas de procesos químicos

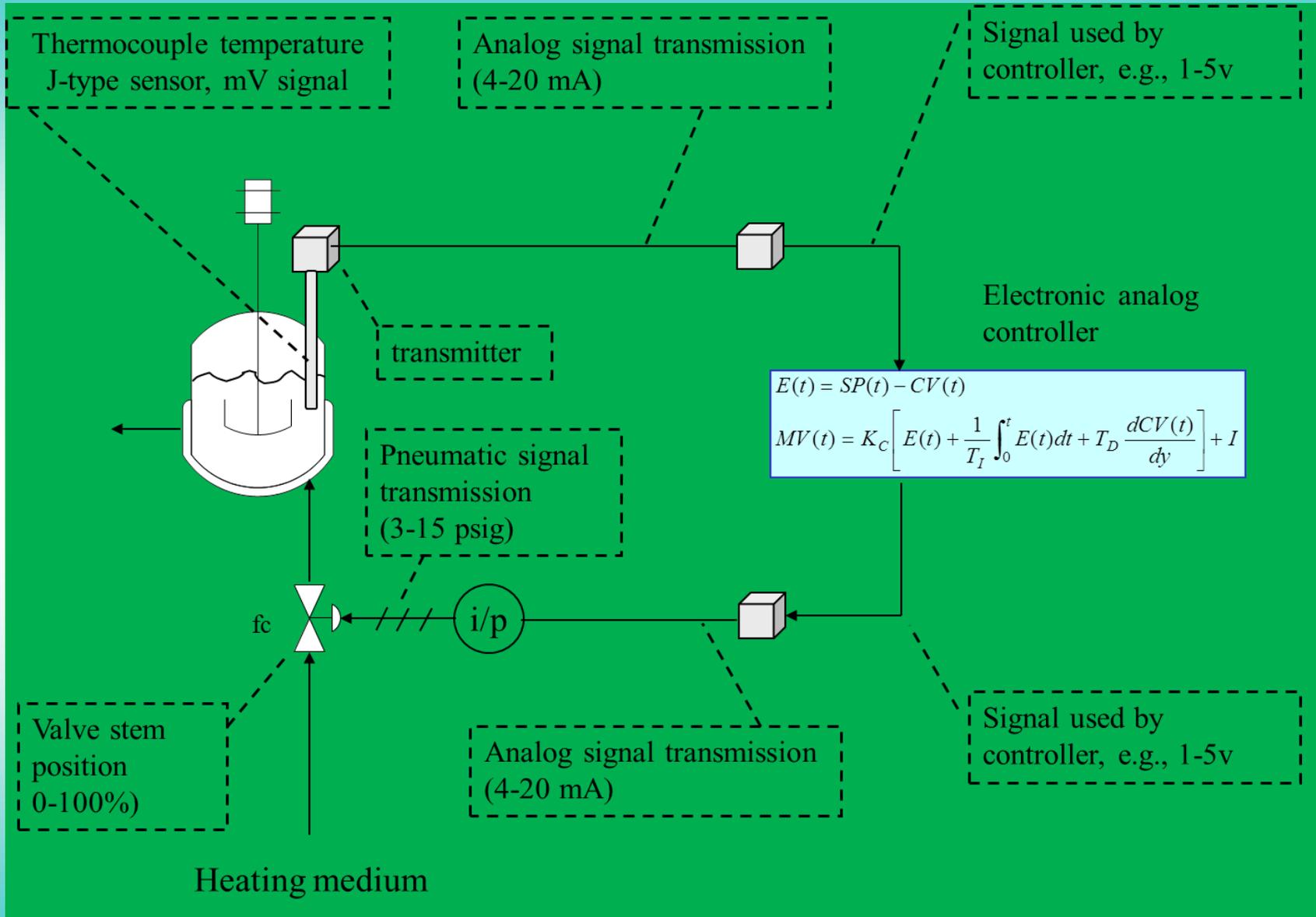




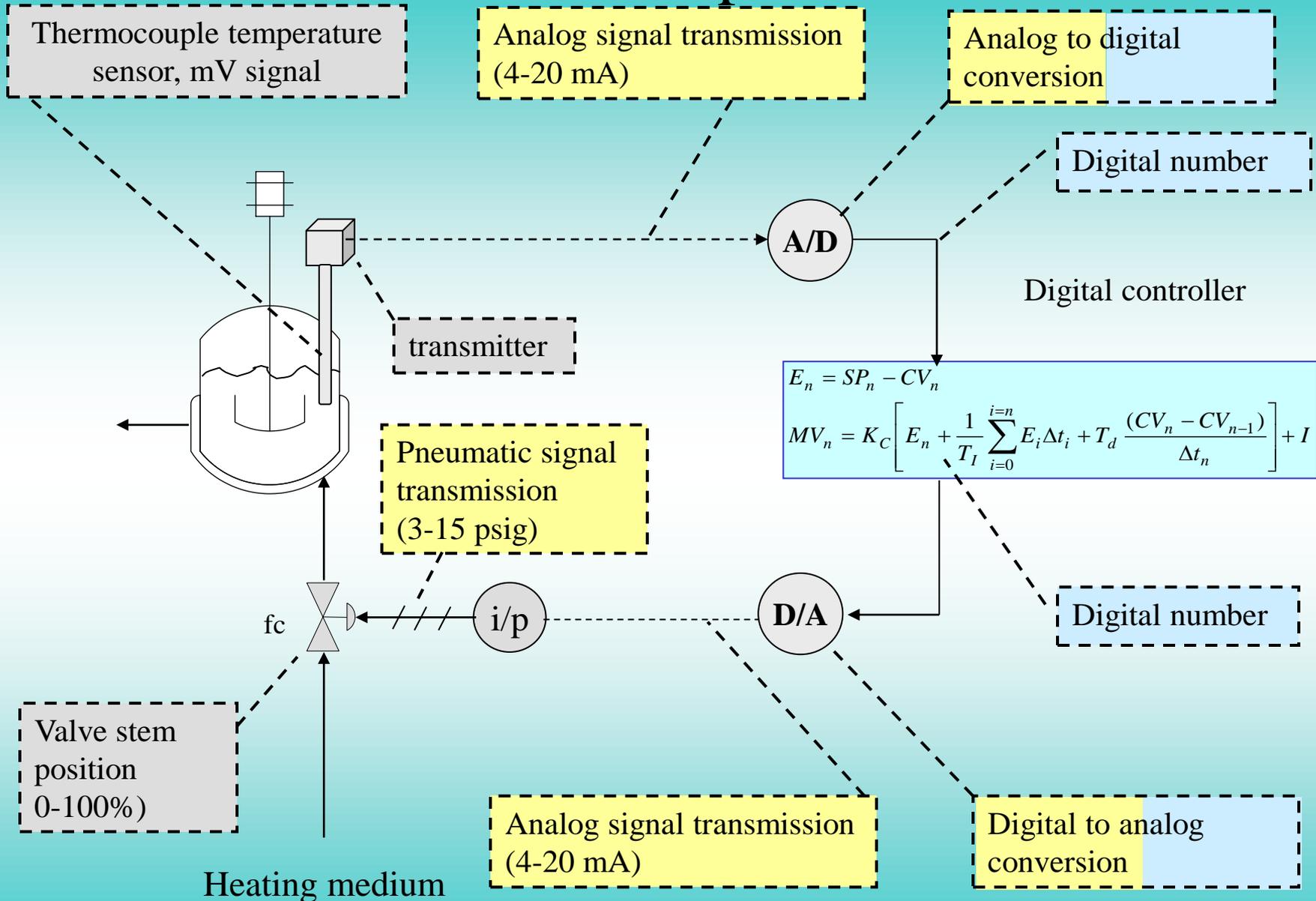
## Algunas Consideraciones sobre BFD, PFD, P&ID

- El **diagrama de flujo de Bloques** es el mas útil para explicar problemas y tecnologías en la forma mas sencilla posible. Es el que mas van a usar para comunicaciones comerciales y ejecutivas.
- El **Diagrama de Flujo de Proceso** se usa para ilustrar la topología, tabla de corrientes y tabla de equipos del sistema. Se usa principalmente para explorar composiciones y su impacto, así como para seguir los elementos de recicló, mezclas, generación y consumo de vapor, y otros servicios en cada equipo.
- El **Diagrama P&ID** es un diagrama interdisciplinario del sistema. Cuales son los materiales de construcción y las características físicas de los equipo, así como en que forma operan los “loops - lazos” de control de la operación.
- Conforme se comparte información del nivel operativo al estratégico, los diagramas se simplifican y se centran en la mínima información requerida para comunicar el punto deseado.

# Control de procesos



# Control de procesos



# Diagrama de cañerías e instrumentación (P&ID)

- Este diagrama facilita la información necesaria para que los ingenieros comiencen con la planificación para la construcción de la planta o la unidad. Cada PFD requiere varios diagramas de instrumentación. Estos sirven para que los ingenieros mecánicos y de construcciones civiles diseñen e instalen los equipos, los ingenieros instrumentistas puedan especificar e instalar el sistema de control y los ingenieros de tuberías puedan desarrollar los planos de implantación y de elevación.
- Este diagrama tiene información para construcción.
- Indica todas las cañerías, equipos e instrumentos que componen la planta con sus características físicas (tamaño, materiales, condiciones de diseño)

# Diagrama de cañerías e instrumentación (P&ID)

Este diagrama incluye cualquier aspecto mecánico excepto:

1. Condiciones de operación  $T$ ,  $P$ .
2. Caudales.
3. Ubicación de los equipos.
4. Ruta de tuberías:
  - Longitud de tuberías
  - Tuberías apropiadas.
5. Soportes, estructuras, y fundaciones de un PID.

# Convenciones en la construcción de diagramas P&I

## **For Equipment—Show Every Piece Including**

Spare units  
Parallel units  
Summary details of each unit

## **For Piping—Include All Lines Including Drains, Sample Connections and Specify**

Size (use standard sizes)  
Schedule (thickness)  
Materials of construction  
Insulation (thickness and type)

## **For Instruments—Identify**

Indicators  
Recorders  
Controllers  
Show instrument lines

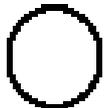
## **For Utilities—Identify**

Entrance utilities  
Exit utilities  
Exit to waste treatment facilities

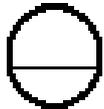


# Convenciones en la construcción de diagramas P&I

## Location of Instrumentation



Instrument located in plant



Instrument located on front of panel in control room



Instrument located on back of panel in control room

## Identification of Instrument Connections



Capillary



Pneumatic

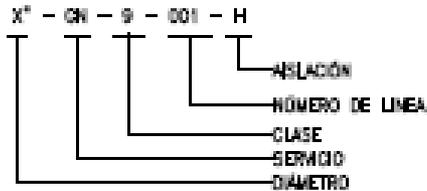


Electrical

# Convenciones en la construcción de diagramas P&I

Meanings of Identification Letters (XYY)	
<i>First Letter (X)</i>	<i>Second or Third Letter (Y)</i>
A Analysis	Alarm
B Burner flame	
C Conductivity	Control
D Density or specific gravity	
E Voltage	Element
F Flowrate	
H Hand (manually initiated)	High
I Current	Indicate
J Power	
K Time or time schedule	Control station
L Level	Light or low
M Moisture or humidity	Middle or intermediate
O	Orifice
P Pressure or vacuum	Point
Q Quantity or event	
R Radioactivity or ratio	Record or print
S Speed or frequency	Switch
T Temperature	Transmit
V Viscosity	Valve, damper, or louver
W Weight	Well
Y	Relay or compute
Z Position	Drive

## TAG DE LINEA



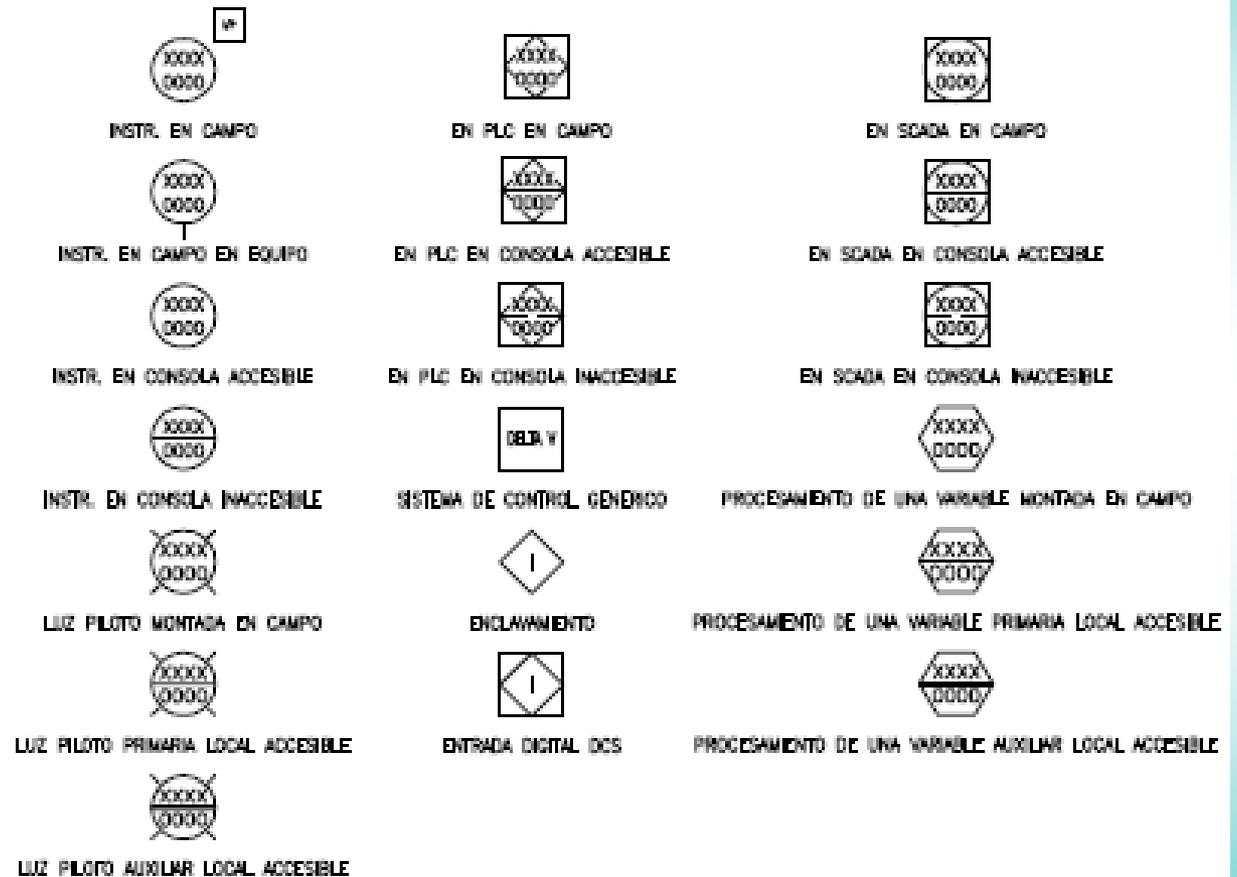
## CLASES DE CAÑERIAS

1 : 150  
3 : 300  
6 : 600  
9 : 900  
15 : 1500  
25 : 2500

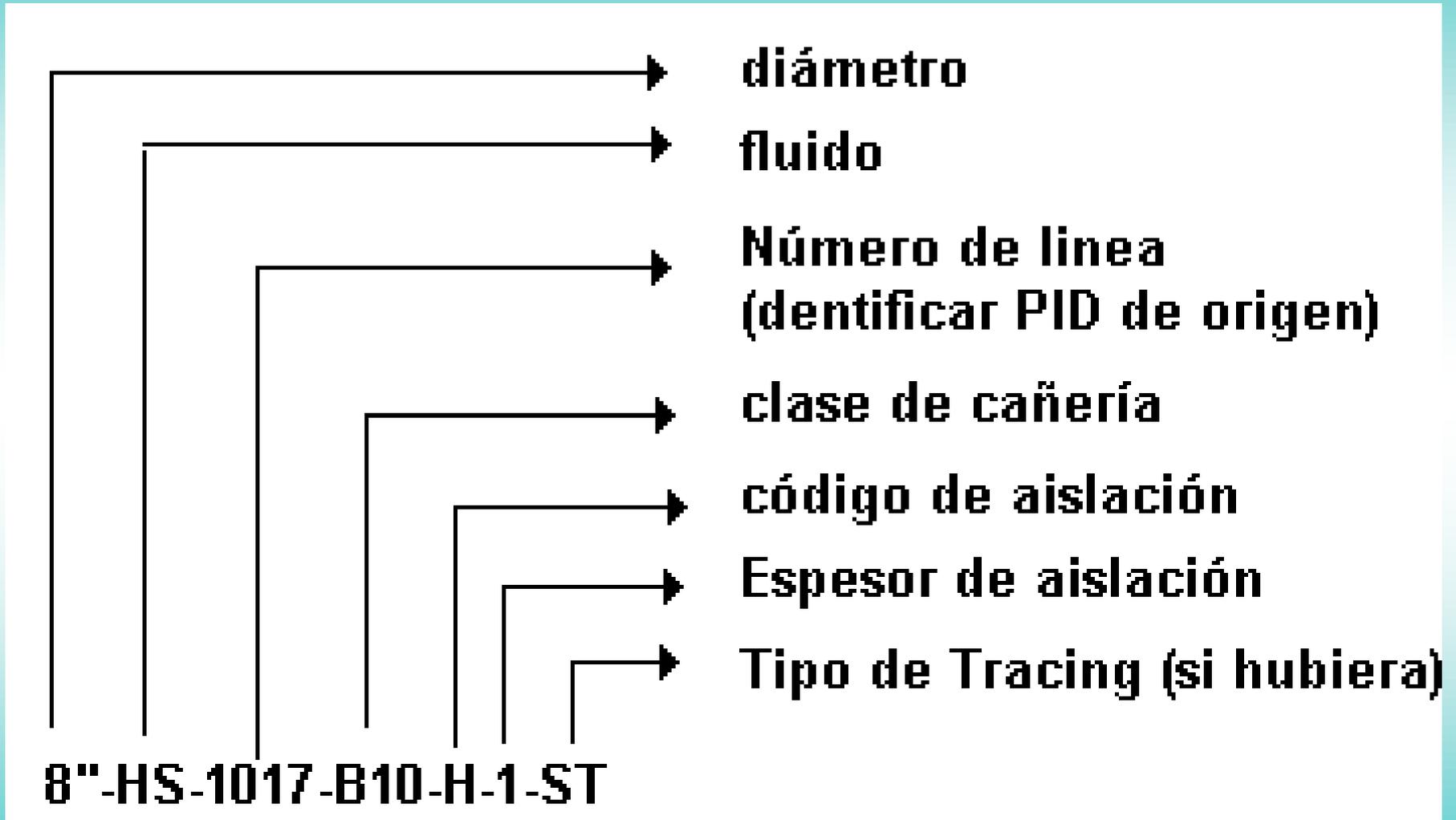
## SERVICIOS

VA : VENTED ATMOSFERICO  
  
 GN : GAS DE INSTRUMENTO  
 GN : GAS NATURAL  
 GS : GAS DE SERVICIO  
 HD : DRENAJE DE LIQUIDOS-HIDROCARBUROS

## INSTRUMENTACION Y CONTROL



# Codificación de cañerías (P&ID)



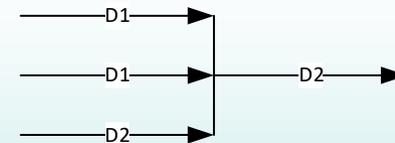
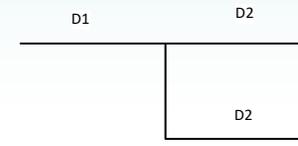
# Velocidades típicas para flujo de fluidos de líquidos, vapor y gases

Fluid	Typical Velocity	
	(ft/min)	(m/s)
Acetylene, steel pipe	4000	20
Air, 0-30 psi, steel pipe	4000	20
Ammonia, liquid, steel pipe	360	1.8
Ammonia, gas, steel pipe	6000	30
Benzene, steel pipe	360	1.8
Bromine, liquid, glass pipe	240	1.2
Bromine, gas, glass pipe	2000	10
Calcium Chloride, steel pipe	240	1.2
Carbon Tetrachloride, steel pipe	360	1.8
Chlorine, liquid, steel pipe	300	1.5
Chlorine, gas, steel pipe	2000 - 5000	10 - 25
Chloroform, liquid, steel or copper pipe	360	1.8
Chloroform, gas, steel or copper pipe	2000	10
Ethylene, gas, steel pipe	6000	30
Ethylene Dibromide, glass pipe	240	1.2
Ethylene Dichloride, steel pipe	360	1.8
Ethylene Glycol, steel pipe	360	1.8
Hydrogen, steel pipe	4000	20
Hydrogenchloric Acid, liquid, rubber lined pipe	300	1.5
Hydrogenchloric Acid, gas, rubber lined pipe	4000	20
Methyl Chloride, liquid, steel pipe	300	1.5
Methyl Chloride, gas, steel pipe	4000	20
Natural gas, , steel pipe	6000	30
Oil lubricating, steel pipe	300	1.5
Oxygen, stainless steel	1800 - 4000	9 - 20
Propylene Glycol, steel pipe	300	1.5
Perchlorethylene, steel pipe	360	1.8
Steam, 0-30 psi, saturated, steel pipe	4000 - 6000	20 - 30
Sulfuric acid	240	1.2
Sulfur Dioxide, steel pipe	4000	20
Styrene, steel pipe	360	1.8
Trichlorethylene, steel pipe	360	1.8
Vinyl Chloride, steel pipe	360	1.8
Vinylidene Chloride, steel pipe	360	1.8
Water, steel pipe	180 - 480	0.9 - 2.4

$$Q = vA$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Cuál es la relación entre D1 y D2?

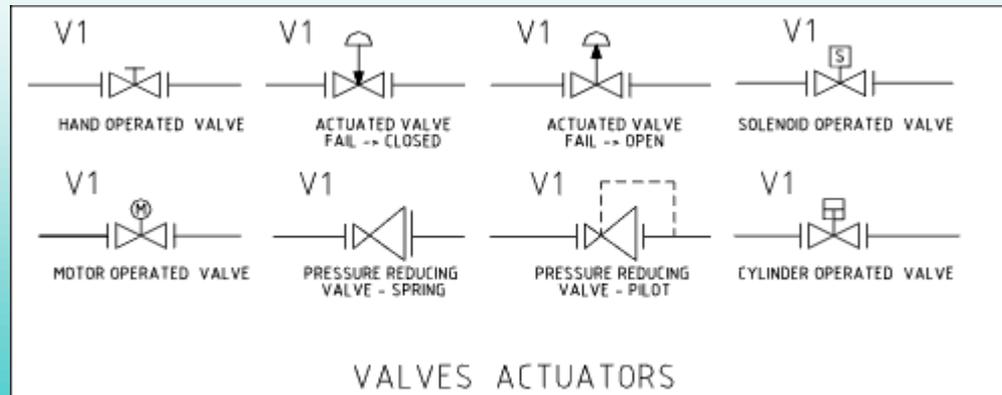
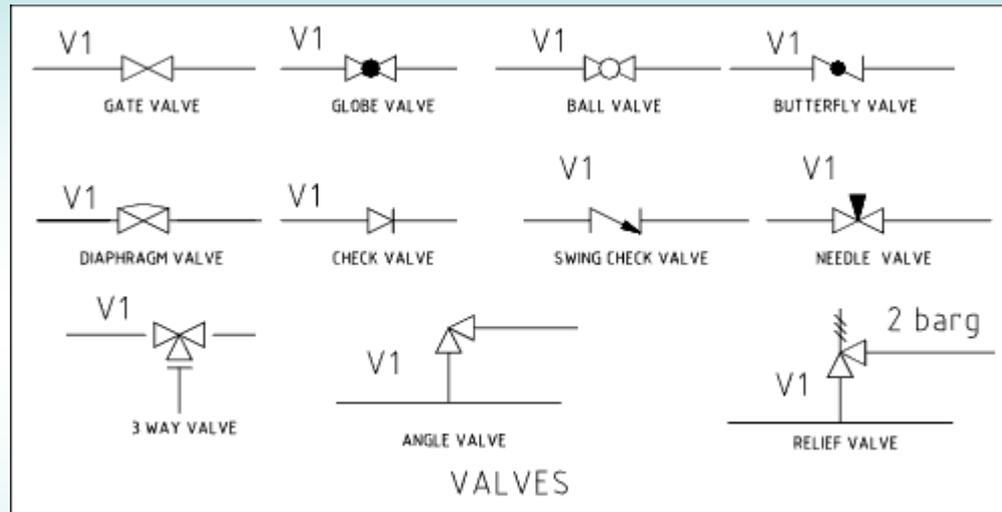


Cuánto aumenta el área en la expansión de una línea de DN300 a DN450?

# Codificación de Válvulas (P&ID)

Cada tipo de válvula tiene un símbolo que lo identifica (esclusa, esférica, globo, tapón, aguja)

Los modelos de válvulas se encuentran codificados en las clases de cañerías



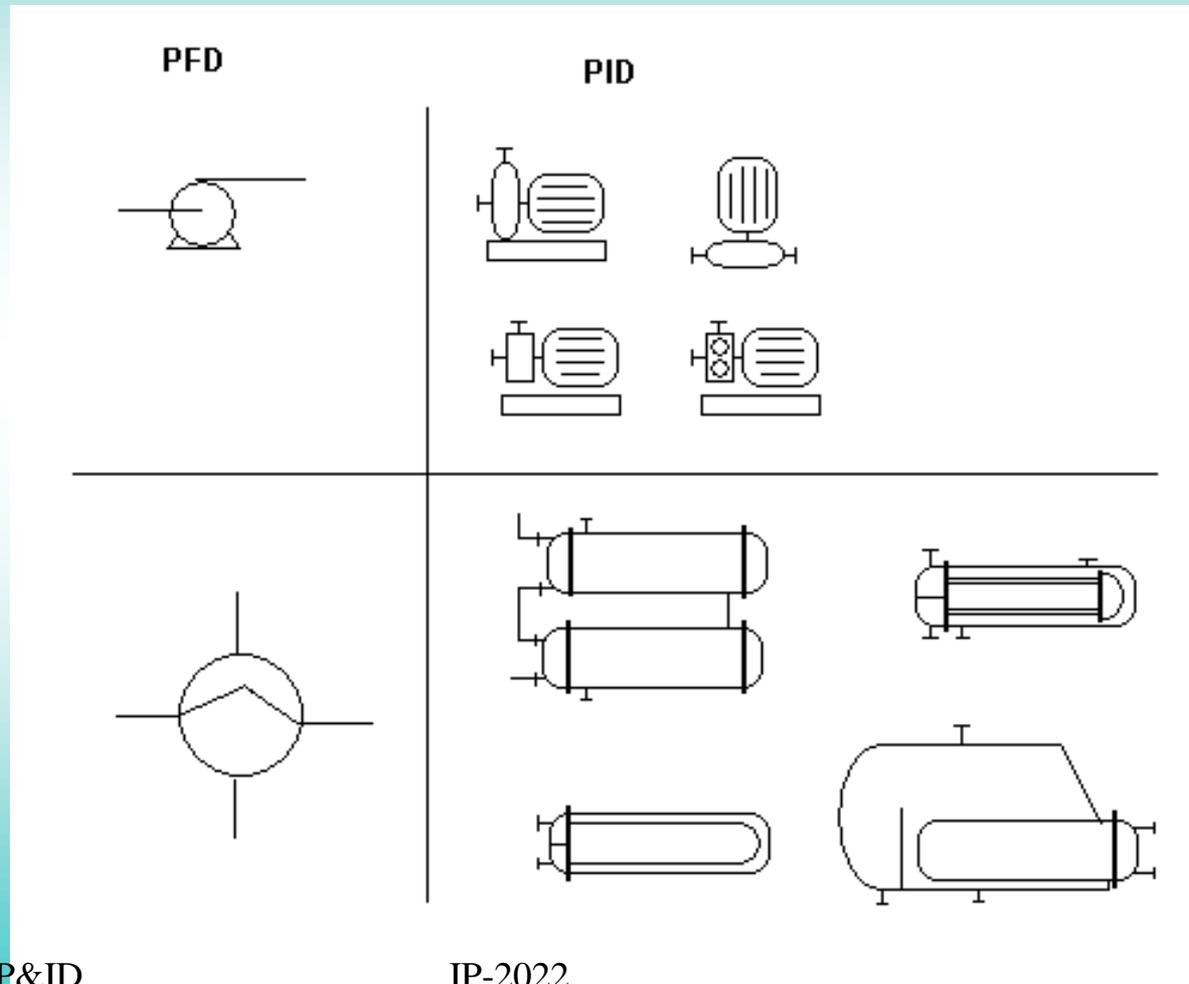
# Diagramas P&ID

El P&ID es la última etapa de diseño de proceso y sirve de guía quienes serán responsables de la construcción y diseño final.

1. Los ingenieros mecánicos y los ingenieros civiles diseñarán e instalarán los equipos.
2. Los ingenieros de instrumentación que especificarán, instalarán, y verificarán controladores.
3. Los ingenieros de tubería que desarrollarán dibujos de layout de planta y elevación.
4. Los ingenieros de proyecto que desarrollarán el *scheduling* de la planta y la construcción.

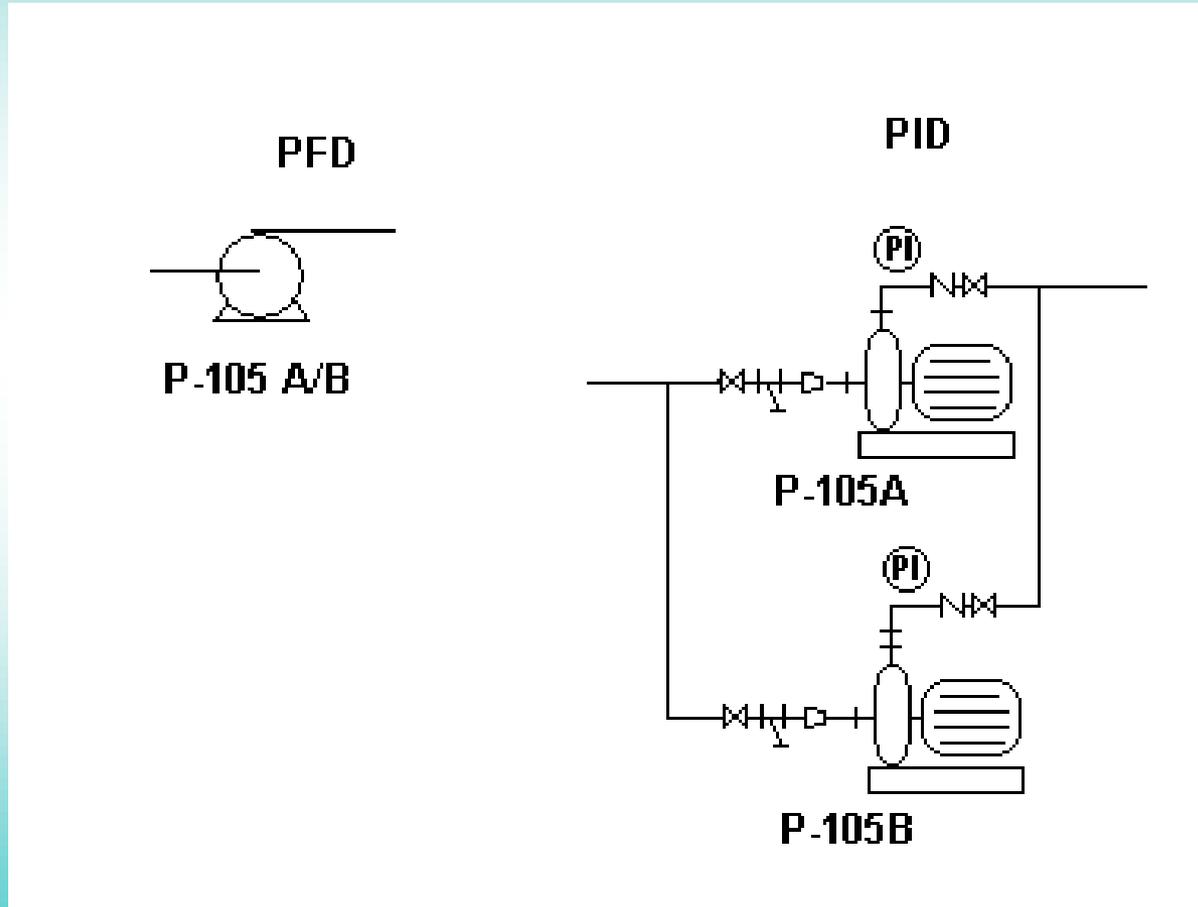
# Diagramas PID

- Equipos
- Se requiere una imagen más pictórica que en el PFD



# Diagramas PID

- Equipos: Dibujar los equipos con reserva instalada

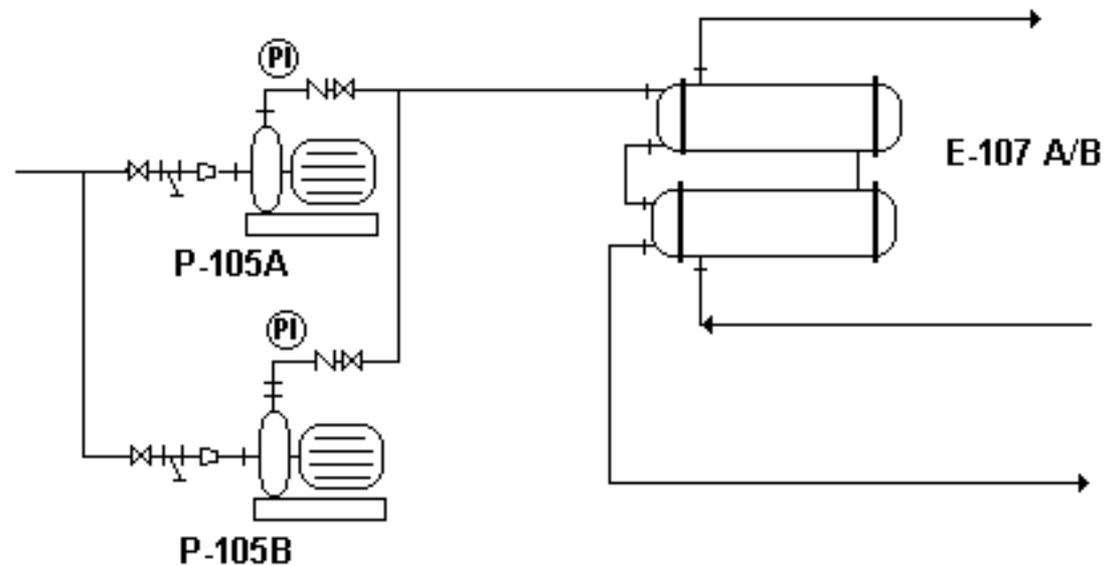


# Diagramas PID

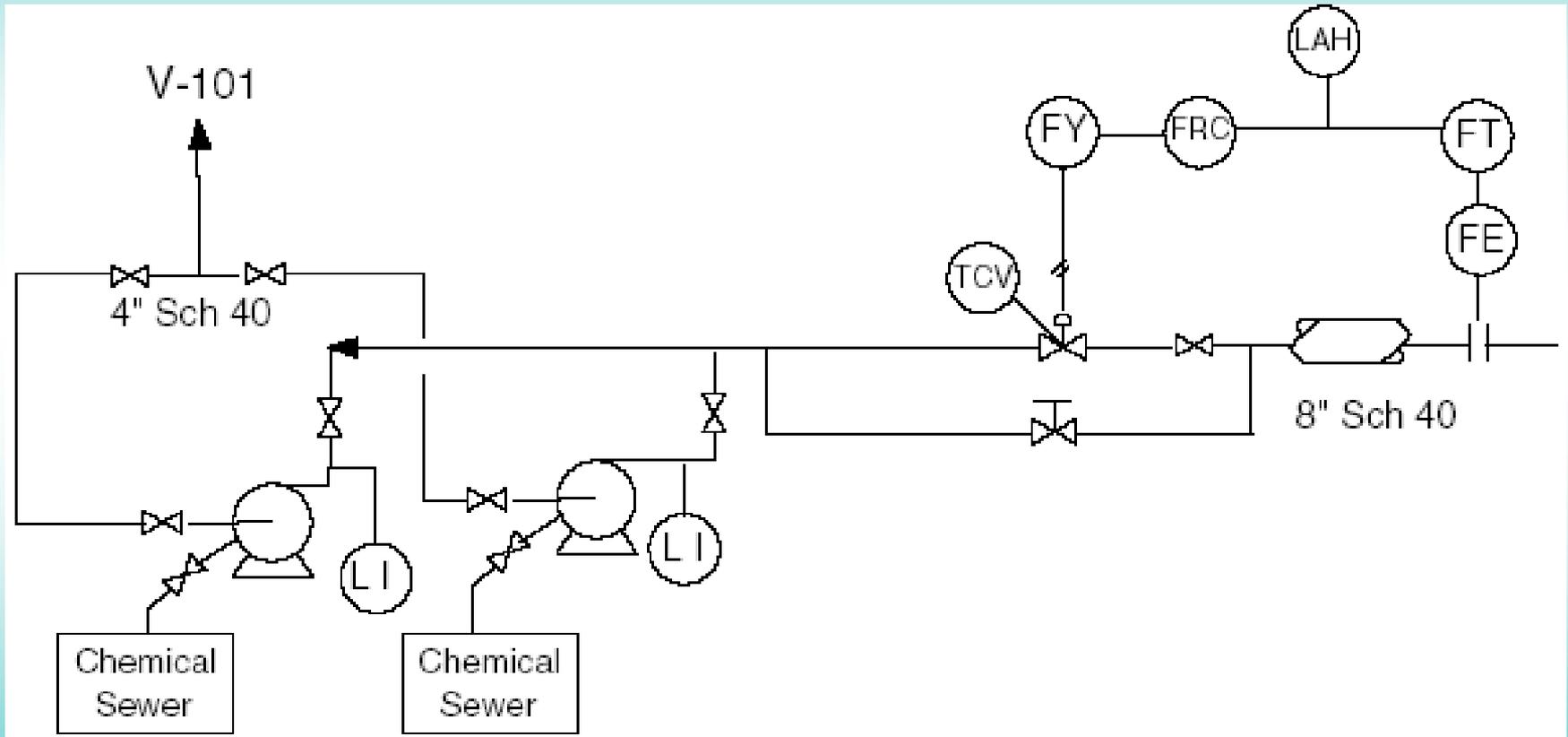
- Equipos: Indicar datos de diseño

<b>P-105 A/B</b>
<b>Caudal: 10 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Altura: 50 mcl</b>
<b>Potencia: 5 HP</b>
<b>Mat: CS</b>

<b>E-107 A/B</b>
<b>Pdis: Shell 10 bar(g)</b> <b>Tubo 15 bar (g)</b>
<b>T dis: Shell 150 C</b> <b>Tubo 200 C</b>
<b>Mat: Shell CS</b> <b>Tubo: 316L</b>
<b>A= 25 m<sup>2</sup></b>



# ¿Cuáles son los errores en P&ID?





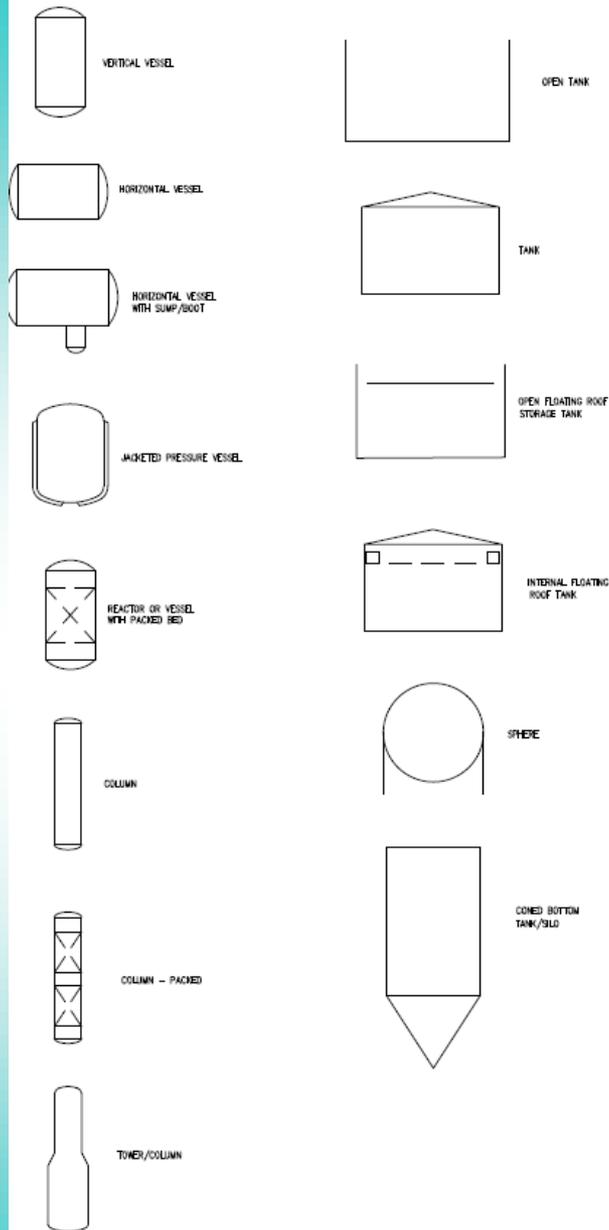
## PROCESS LINES

	MAIN PIPELINE
	BURIED PIPE
	MINOR LINE (VENTS, PURGE, INSTRUMENTS...)

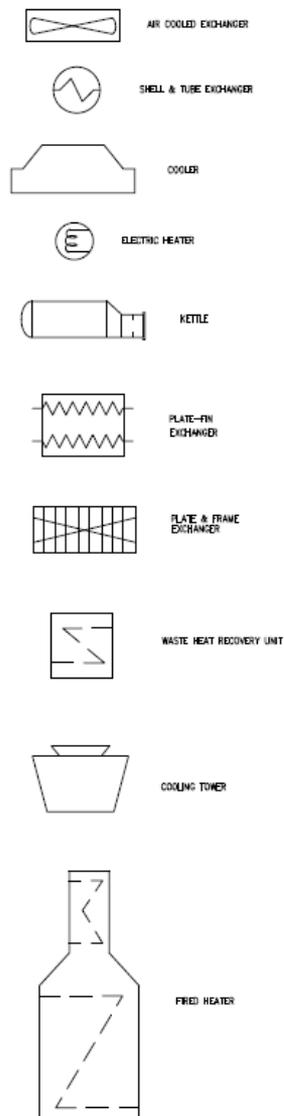
## OTHER LINES

	PACKAGE LIMIT OF SUPPLY
	PNEUMATIC LINE
	INSTRUMENT / ELECTRIC LINE
	CONTROL / SOFTWARE SIGNAL LINE
	INSTRUMENT CAPILLARY LINE
	HYDRAULIC LINE
	ELECTROMAGNETIC, NUCLEAR OR SONIC SIGNAL

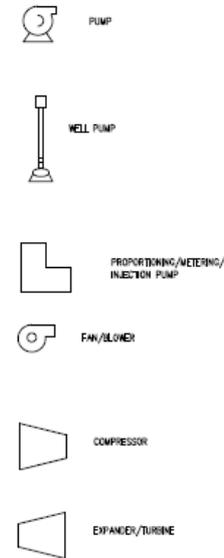
**VESSELS & TANKS**



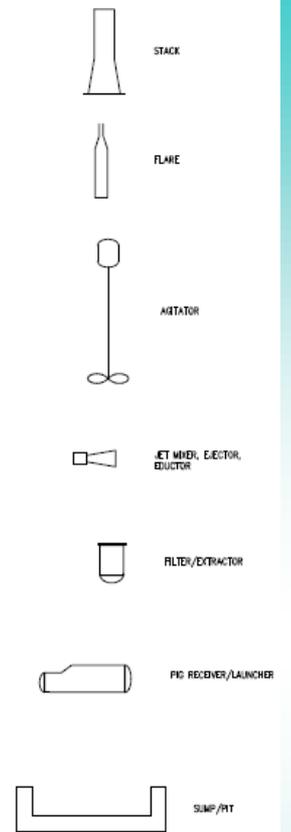
**HEAT EXCHANGERS**

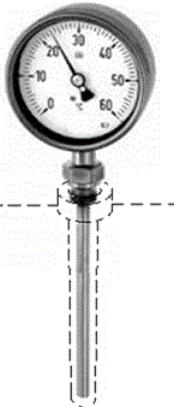
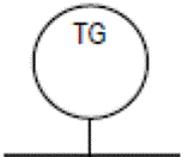
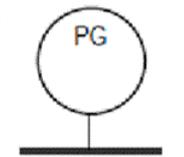
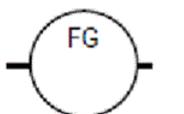
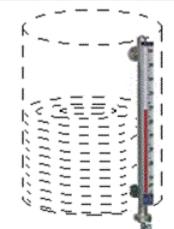
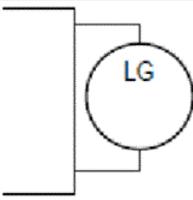


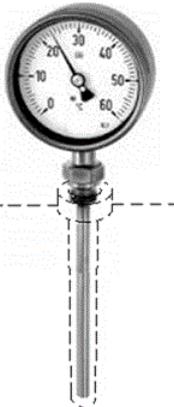
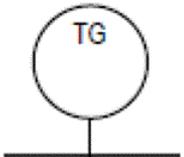
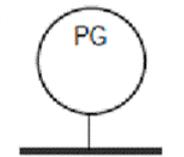
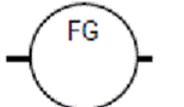
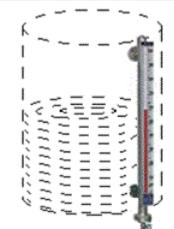
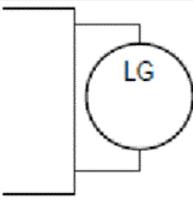
**PUMPS, COMPRESSORS & BLOWERS**

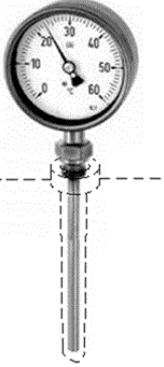
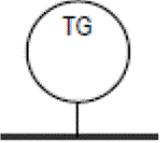
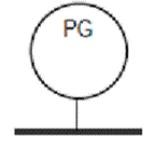
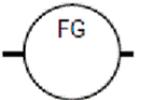
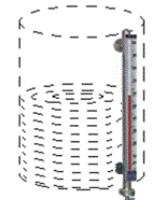
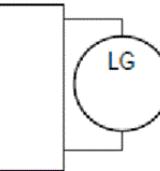


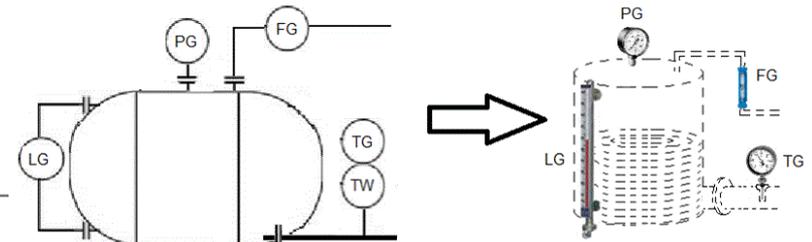
**MISCELLANEOUS**

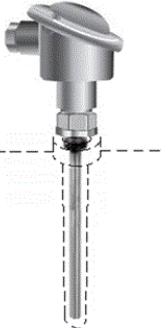
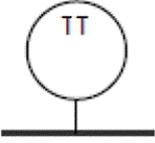
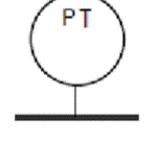
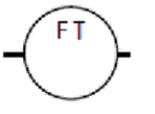
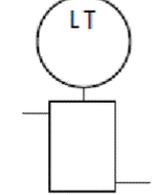


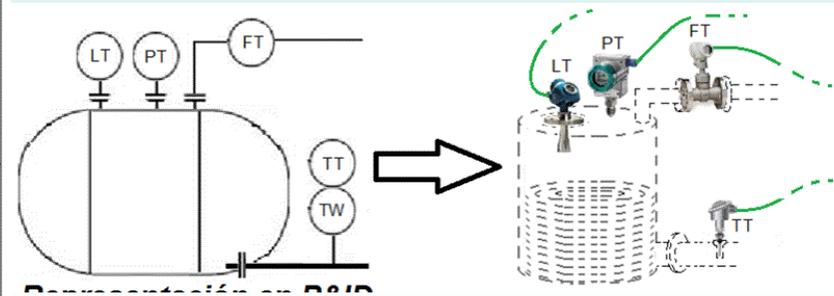
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>INDICADORES LOCALES</u>
		<b>INDICADOR DE TEMPERATURA</b>
		<b>INDICADOR DE PRESIÓN</b>
		<b>INDICADOR DE CAUDAL</b>
		<b>INDICADOR DE NIVEL</b>

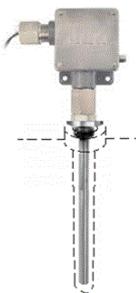
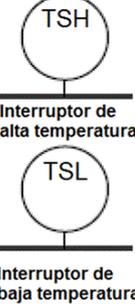
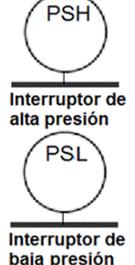
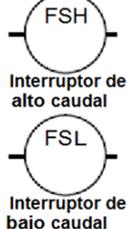
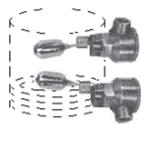
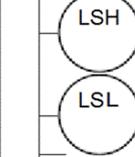
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>INDICADORES LOCALES</u>
		<p><b>INDICADOR DE TEMPERATURA</b></p>
		<p><b>INDICADOR DE PRESIÓN</b></p>
		<p><b>INDICADOR DE CAUDAL</b></p>
		<p><b>INDICADOR DE NIVEL</b></p>

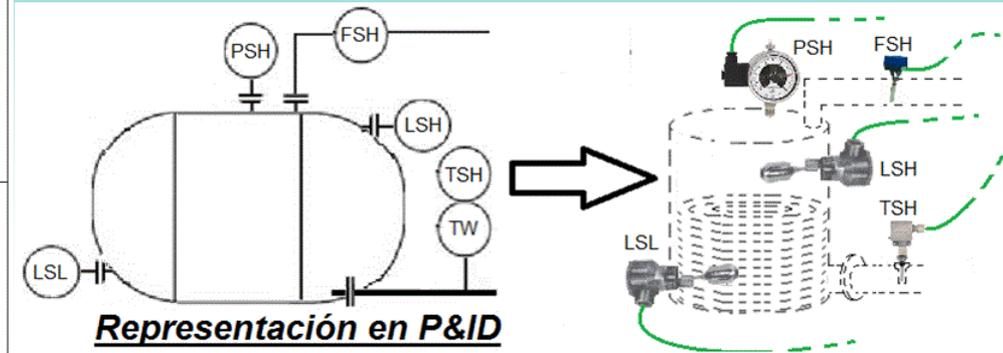
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>INDICADORES LOCALES</u>
		<b>INDICADOR DE TEMPERATURA</b>
		<b>INDICADOR DE PRESIÓN</b>
		<b>INDICADOR DE CAUDAL</b>
		<b>INDICADOR DE NIVEL</b>

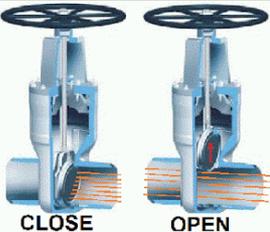
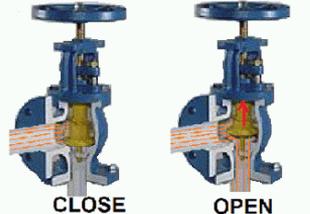
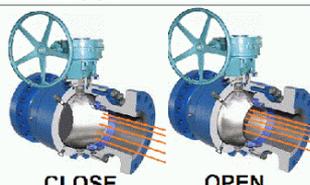


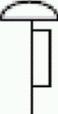
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>TRANSMISORES</u>
		<b>TRANSMISORES DE TEMPERATURA</b>
		<b>TRANSMISORES DE PRESIÓN</b>
		<b>TRANSMISORES DE CAUDAL</b>
		<b>TRANSMISORES DE NIVEL</b>

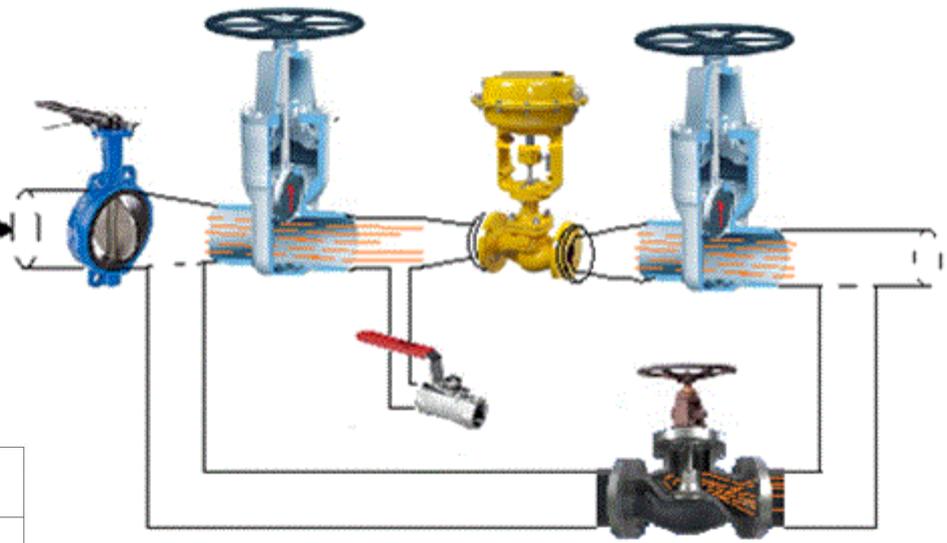
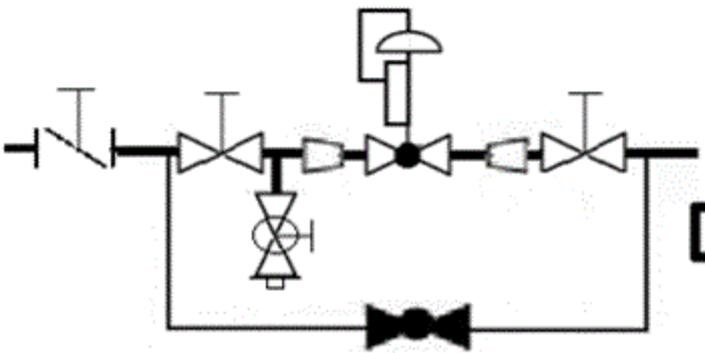


EJEMPLO	P&ID	<u>SWITCHES</u>
	 <p>Interrupor de alta temperatura</p> <p>Interrupor de baja temperatura</p>	<b>SWITCHES DE TEMPERATURA</b>
	 <p>Interrupor de alta presión</p> <p>Interrupor de baja presión</p>	<b>SWITCHES DE PRESIÓN</b>
	 <p>Interrupor de alto caudal</p> <p>Interrupor de bajo caudal</p>	<b>SWITCHES DE CAUDAL</b>
		<b>SWITCHES DE NIVEL</b>
<p><i>Nota: Cuando tengamos varias altos niveles podemos usar varias "H" por ejemplo LSH para alto nivel y LSHH para muy alto. De la misma forma cuando tengamos varios bajos niveles podemos usar LSL para bajo nivel o LSLL para muy bajo nivel.</i></p>		

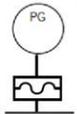
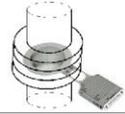
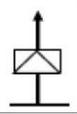
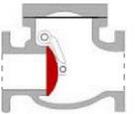
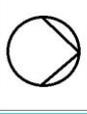


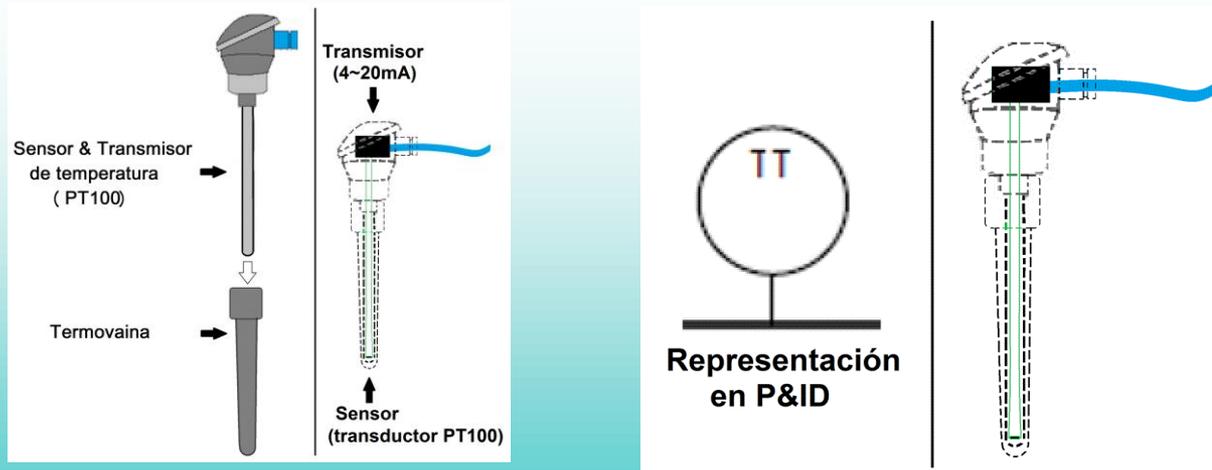
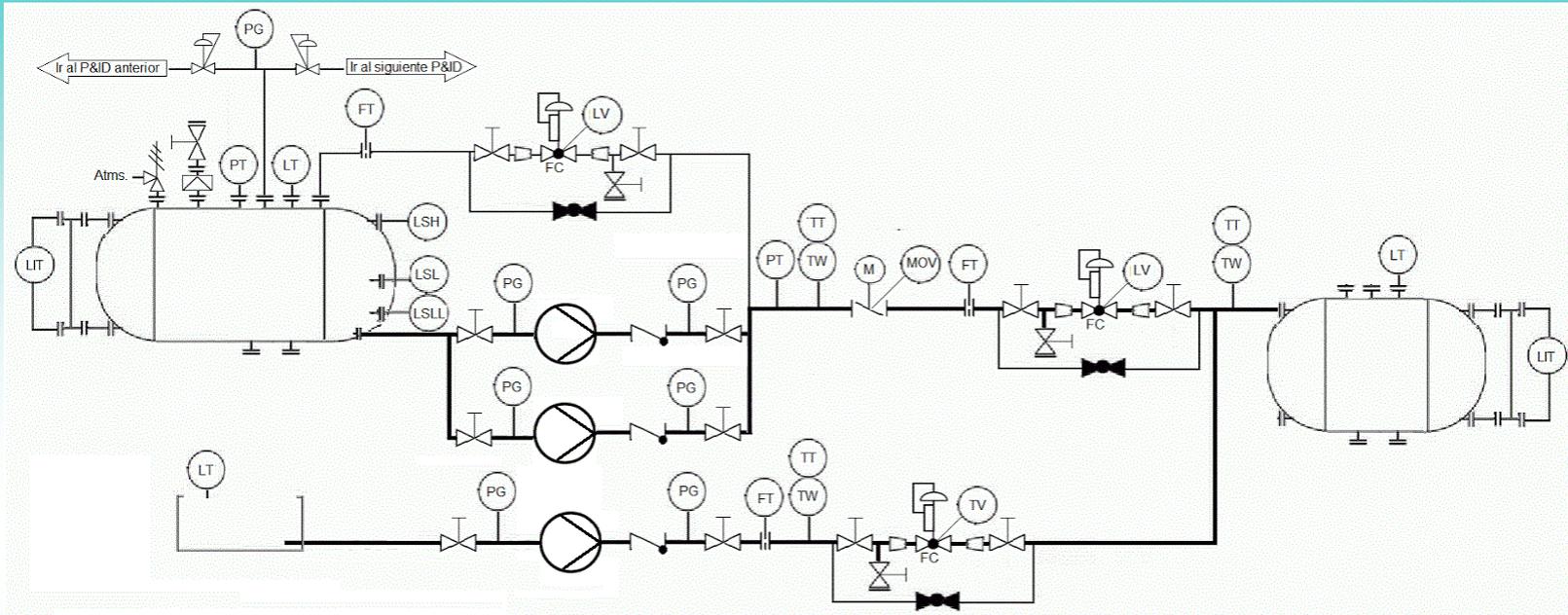
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>TIPOS VÁLVULAS</u>
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA GATE
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA GLOBE
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA ANGLE
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA BUTTERFLY
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA BALL
 <p>CLOSE OPEN</p>		VÁLVULA PLUG

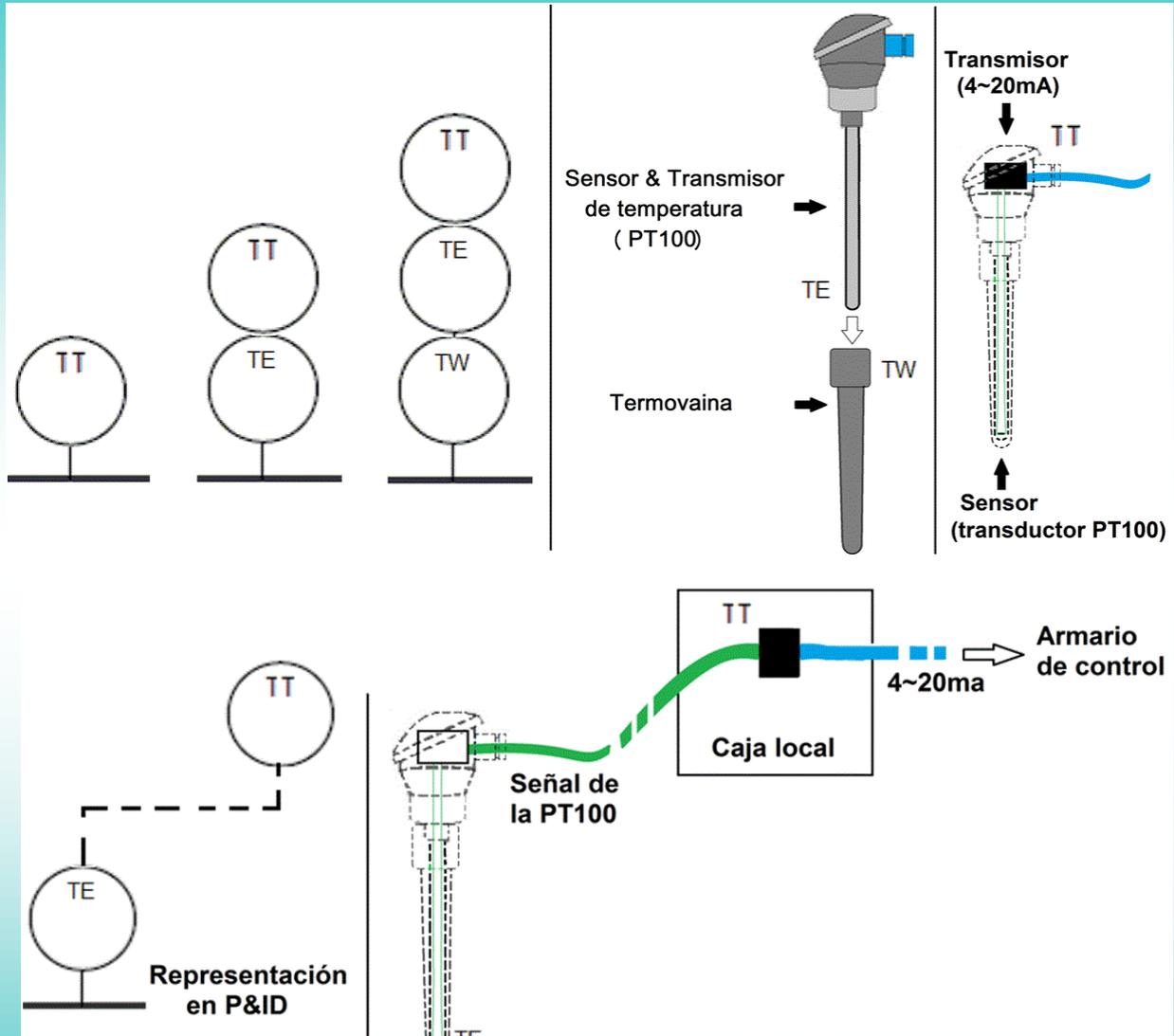
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>POSICIONADORES Y OTROS ACCESORIOS</u>
		VOLANTE MANUAL
		ACTUADOR DIAFRAGMA
		ACTUADOR VALVULAS ALIVIO Y SEGURIDAD
		POSICIONADOR
		ACTUADOR DE PISTÓN
		ACTUADOR MOTORIZADO
		VÁLVULA DE SOLENOIDE

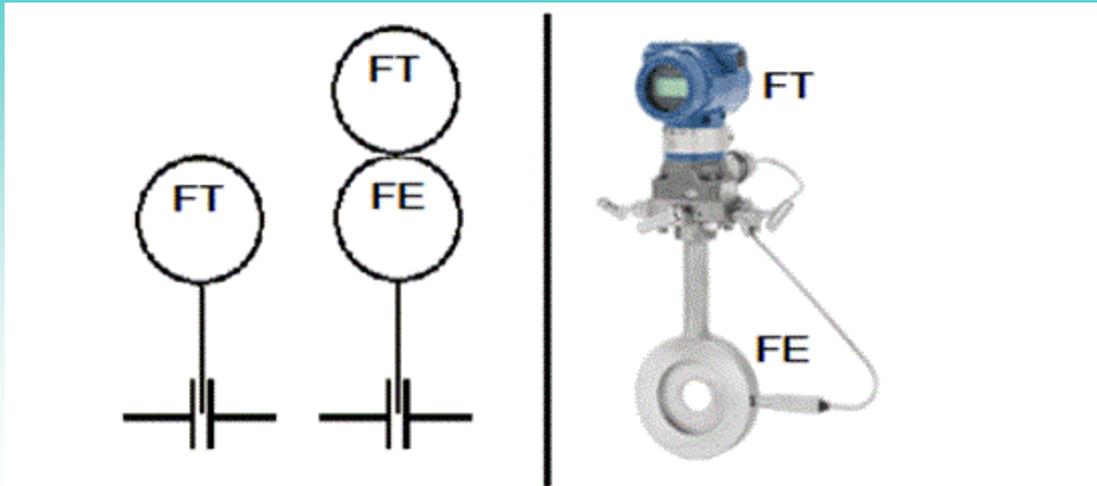


**Representación en P&ID**

<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>OTROS EQUIPOS</u>
		<b>DIAFRAGMA</b>
		<b>DISCO DE RUPTURA</b>
		<b>BRIDA CIEGA</b>
		<b>ANTIRETORNO</b>
		<b>BOMBA</b>

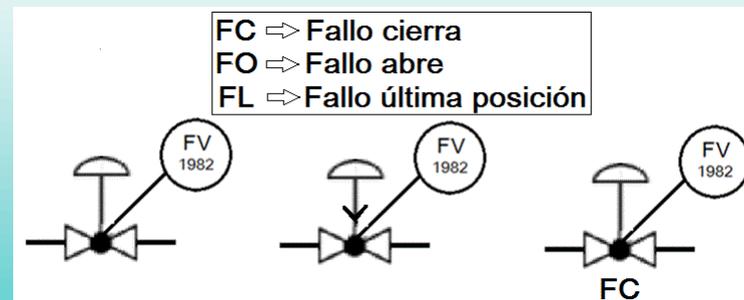
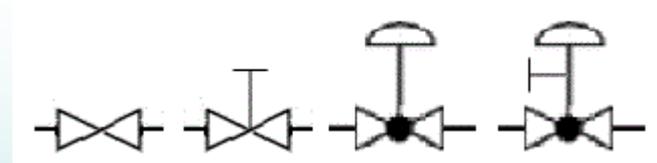
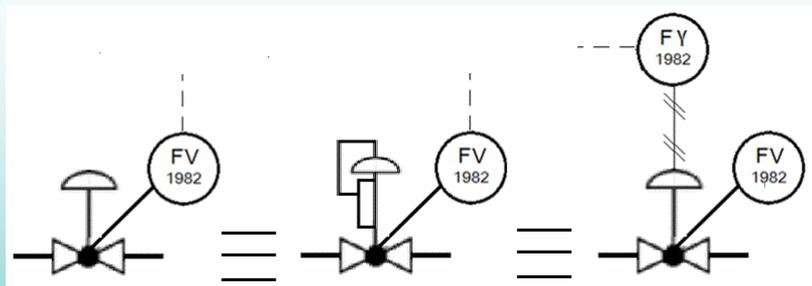
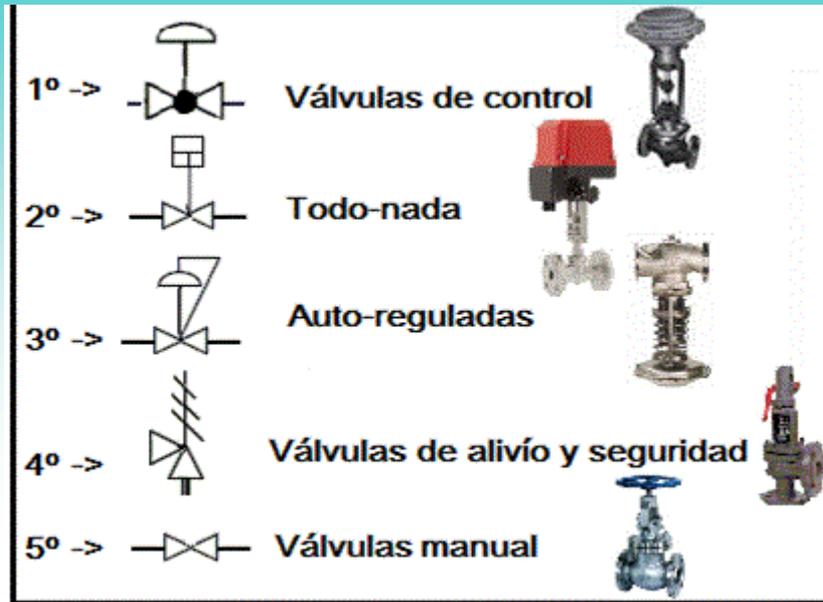






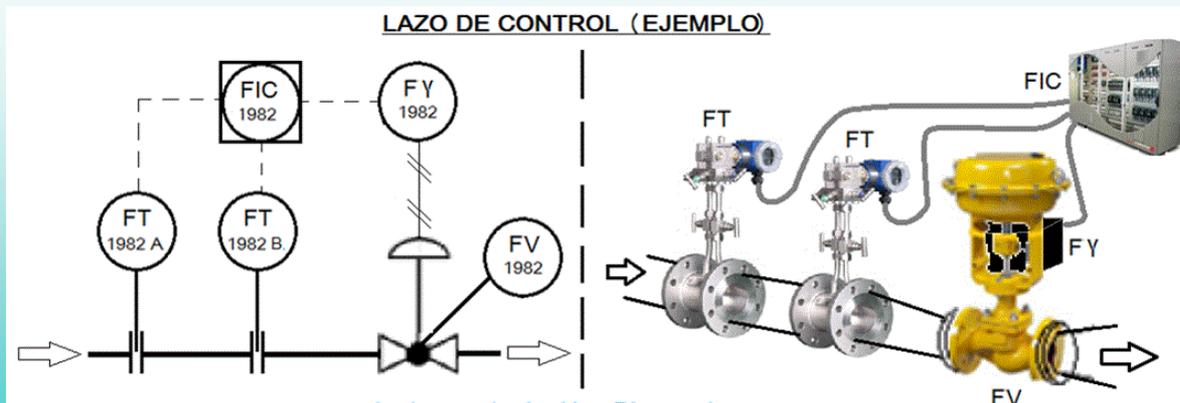
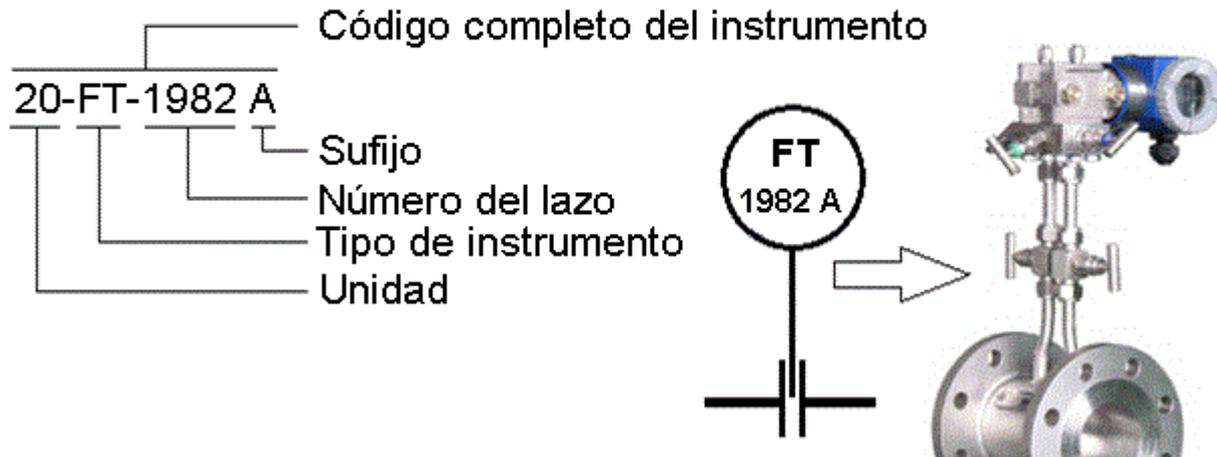
Representación de un transmisor de caudal en un P&ID

<p>Placa de orificio</p>		<p>Pitot</p>		<p>Vortex</p>		<p>Másico</p>	
<p>Magnético</p>		<p>Ultrasónico</p>		<p>Rotámetro</p>		<p>Desplazamiento positivo</p>	





**CODIFICACIÓN DE INSTRUMENTO EN UN P&ID (EJEMPLO)**



# CODIFICACIÓN DE LÍNEAS EN UN P&ID (EJEMPLO)

