

# فصل دهم

## نقشه خوانی ابزار دقیق

فهرست مطالب :

2-10 : دیاگرام مسیر جریان (FD(Flow Diagram

3-10 : دیاگرام مسیر جریان فرآیند ( PFD ( Process Flow Diagram

5-10 : دیاگرام فرآیند و ابزار دقیق P&ID

8-10 : جدول حروف مخفف در P&ID

10-10 : جدول حروف و علائم منابع تغذیه در P&ID

11-10 : معرفی سنبل های بکار رفته در نقشه های P&ID

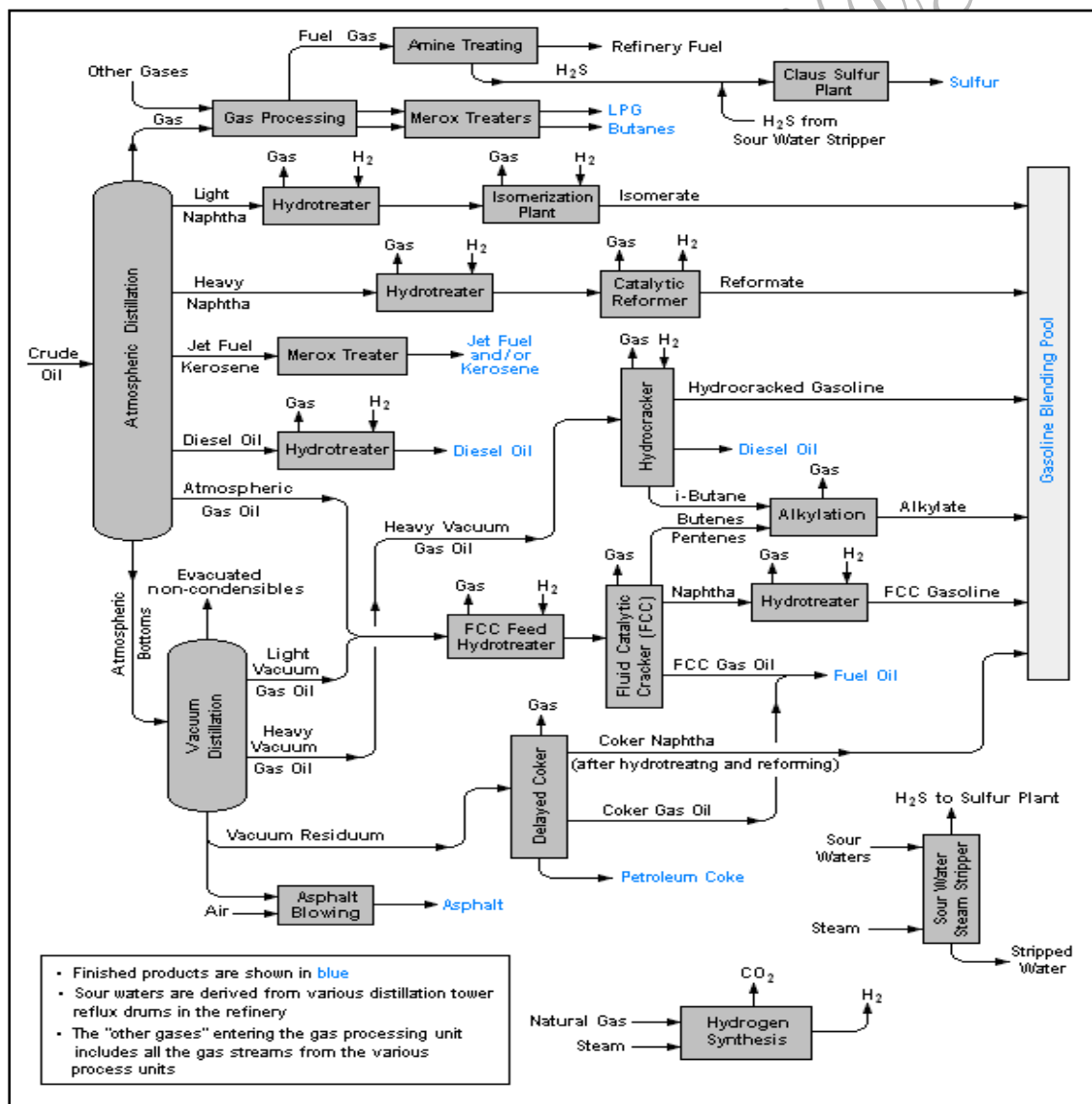
[Akbar.normohammadi@gmail.com](mailto:akbar.normohammadi@gmail.com)

[AK.NM.55@GMAIL.COM](mailto:AK.NM.55@GMAIL.COM)

مشکلی است که هر مهندس در بدو ورود به صنعت با آن مواجه می شود. عدم آشنایی با سایر رشته های مهندسی و فرآیندهای کاری و ابزارهای آنها می باشد. لذا لازم است برخی از اصطلاحات و نمودارها و ابزارهای مورد استفاده در سایر رشته های مهندسی نظیر برق و ابزار دقیق، پایشنگ، تجهیزات و فرآیند و غیره را بدانند. تا بتوانند از نقشه ها و دیاگرامها استفاده کنند. در ادامه مطالب با برخی از دیاگرامها که در صنعت کاربرد فراوانی دارد، آشنا می شویم.

### دیاگرام مسیر جریان (FD(Flow Diagram):

از این دیاگرام برای نشان دادن شماتیکی از عملیات مرتبط متوالی که در حین فرایند رخ می دهد و اطلاعات مورد نیاز جهت آنالیز فرایند و نشان دادن جریان اصلی تجهیزات و فرآیند تولید بکار می رود. و از چپ به راست بر اساس جریان فرآیند رسم می شود. FD بدون رعایت مقیاس بوده ولی تا حد امکان سائز مخازن و تجهیزات را متناسب با اندازه واقعی آنها انتخاب می کنند. و سمبل تجهیزات اصلی و شیرها و شیرهای کنترلی که بر روی عملکرد سیستم فرآیند، دخالت مستقیم دارد، رسم می شود. ارتباط با سایر سیستمها نیز در دیاگرام FD ذکر می گردد. این دیاگرام متداول در مهندسی شیمی و مهندسی فرآیند می باشد.



## دیاگرام مسیر جریان فرآیند ( PFD ) :

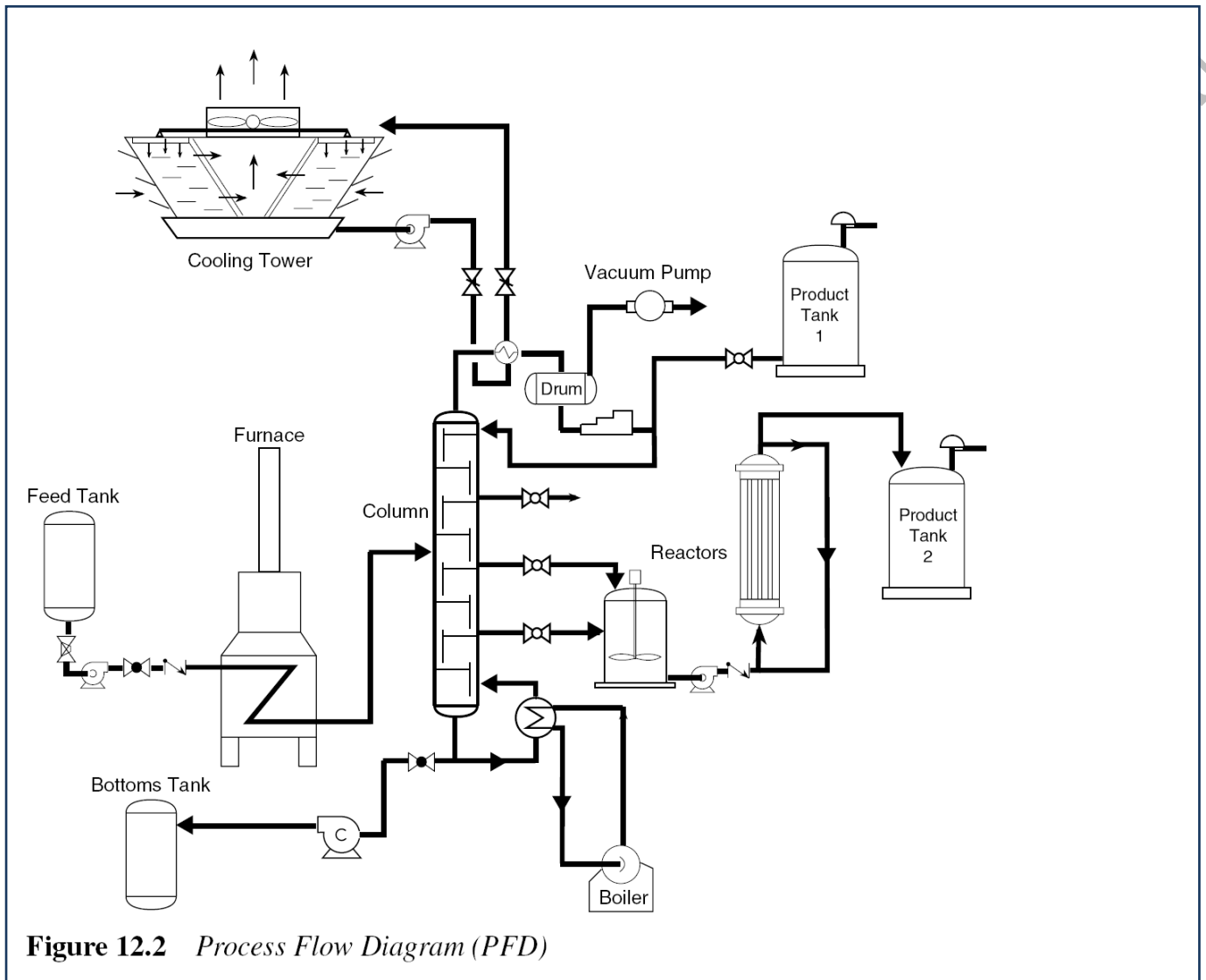
این دیاگرام تکمیل شده دیاگرام FD بوده و کلیه فعالیت هایی که در فرآیند تولید انجام می شوند را در بر داشته و دربردارنده اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل کامل فرآیند است. می توان گفت دیاگرام PFD نمایش شماتیکی از عملیات مرتبط متوالی که در حین فرایند رخ می دهد و اطلاعات مورد نیاز جهت آنالیز فرایند و عملیاتی که به هنگام تغییر عمده هر یک از خواص فیزیکی و شیمیایی مواد رخ می دهد تا تبدیل به خوراک مناسب، برای محصولات مشخص گردد، می باشد.

دیاگرام PFD در بر گیرنده موارد زیر بوده ولی محدود به آنها نیست و ممکن است اطلاعات آن بیشتر باشد :

((توجه کنید که تعدادی از این موارد در دیاگرام FD وجود داشت ولی در دیاگرام PFD تکمیل شده است.))

- نمایش گرافیکی چیدمان تجهیزات اصلی که بر اساس جریان فرآیند چیده شده اند، به همراه سمبل، نام و کد شناسایی تجهیزات اصلی، خطوط فرآیندی و لوپ های کنترلی
- محدوده پروسه انبار مواد خام، محصول و نرخ جریان خط اصلی و شرایط عملکردی، ترکیب مایعات
- یوتیلیتی هایی که در پروسه بصورت مداوم مورد استفاده قرار می گیرند. و نوع آن مشخص شود ( خطوط یوتیلیتی باید فقط در صورتیکه تجهیزات اصلی را ترک و یا به آن وارد می شوند نمایش داده شوند )
- شیرها و شیرهای کنترلی اصلی، ارتباط با سایر سیستم ها، انشعابات فرعی (Bypass) و خطوط سیرکوله
- نرخ های سیستم و مقادیر عملکردی مانند حداقل، نرمال و حداکثر جریان، فشار یا درجه حرارت
- در تمامی خطوط جریان نام سیال به اختصار بر روی خط نشان داده شود.
- آنالیزور اصلی فرایند، شرایط عملیاتی اطراف تجهیزات، ظرفیت حرارتی تجهیزات انتقال حرارت.
- تغییرات شرایط فرایندی در طول خطوط جریان مجزای فرایند، نظیر دبی جریان ها، فشار و دمای عملیاتی و جدول موازنه جرم. (Material Balance)
- در خط ورودی و خروجی، شماره وسیله و نقشهای که این خط به آن متصل می شود، مشخص گردد.
- معمولا سایز PFD به ابعاد ورق A1 بوده و عنوان آن در جدول گوشه سمت راست پایین نوشته می شود.
- در دیاگرام PFD هر دستگاهی باید با یک Tag number، که شامل تعدادی حروف و عدد مطابق با استاندارد مشخص گردد.

در زیر یک نمونه از نقشه PFD آورده شده است.



### دیاگرام فرآیند و ابزار دقیق P&ID:

P&ID سرنام عبارت (Process and Instrumentation Diagram) و یا می توان آن را سرنام عبارت P&WD (Piping and Instrument Drawings) دانست. که در بعضی از مواقع بدلیل شباهت به دیاگرام P&WD (در پروسه های با عملیات فیزیکی و مکانیکی دارد) (Piping and wiring diagrams) نیز می گویند.

این دیاگرام که ارتباط بین تجهیزات فرآیندی و ابزار دقیق های مورد استفاده برای کنترل فرآیند را نشان می دهد. این دیاگرام بر اساس دیاگرام جریان فرآیند (PFD) تهیه شده و نشانه های گرافیکی تجهیزات و پایپینگ را به همراه نشانه های گرافیکی مربوط به اندازه گیری فرآیند و عملکردهای کنترلی نشان می دهد.

در واقع P&ID ترکیبی است از نقشه های پایپینگ، پروسه، مکانیک، پنوماتیک، هیدرولیک، الکتریکال، ابزار دقیق و کنترل که در قالب یک نقشه بصورت خلاصه ای از آنها بیان شده است، می باشد.

در این دیاگرام برای نشان دادن تجهیزات و وسایل کنترلی از سمبل ها و اشکال خاصی استفاده می شود که اغلب بر اساس استاندارد ISA و یا استانداردهای دیگری مثل DIN و یا ETC طراحی می شوند. در واقع می توان گفت که P&ID شکل کامل شده PFD می باشد. این دیاگرام پس از تهیه و تایید PFD تهیه می گردد. در یک P&ID باید حداقل اطلاعات زیر نشان داده و موارد زیر رعایت شود:

- کلیه تجهیزات ابزار دقیق و اندازه گیری، مکانیک، پایپینگ و غیره باید دارای Tag number باشد.
- نمایش کلیه وسایل کنترلی و اندازه گیری (ابزار دقیق) همراه با مشخصات آنها و نقش آنها
- کلیه تجهیزات مکانیکی به همراه نام و شماره آنها، کلیه شیرها به همراه سایز و مشخصات آنها
- کلیه اطلاعات مربوط به پایپینگ شامل شماره خطوط، اندازه، تغییر مشخصه ها، طبقه بندی خطوط و جهت جریان و جنس لوله ها
- کلیه کورکن ها (Blind)، فلنج ها، شیرها، تجهیزات ایمنی و حد تنظیمی آنها، دریچه ها (Vent)، محل های تخلیه (Drain)، فیتینگ ها (fittings)، تبدیل ها، پنجره های بازبینی (sight glasses)
- خطوط شروع و تخلیه موقتی و محل های نمونه گیری TP
- ورودی ها و خروجی های کنترلی و سیستم کنترل کامپیوتری، اینترلاک ها
- کلیه وسایل کنترلی شامل لوپ ها، ارتباطات نرم افزاری و هشدارها و سیستم منطقی
- اطلاعات استارت و اپراتوری اولیه، حد پارامترهای نرمال و خطر آفرین (Hazard OP)

کارشناسان ابزار دقیق نیز با استفاده از دیاگرام P&ID نسبت به طراحی مدارک تفصیلی ابزار دقیق نظیر منطق کنترلی، صفحات واسط و غیره اقدام می نمایند. و نقشه ها و دیاگرامهای دیگر را بر مبنای این دیاگرام شماره بندی و طبقه بندی می نمایند. در واقع می توان گفت که P&ID یک مدرک کلیدی در تهیه بسیاری دیگر از مدارک مورد نیاز در طراحی فرآیند می باشد.

همچنین پس از تهیه P&ID و تهیه مدارک تفصیلی پایپینگ نظیر نقشه ایزومتریک توسط کارشناسان پایپینگ بکمک آن می توان تقریب نسبتاً خوبی از مشخصات و میزان تجهیزات مورد نیاز برای خرید نیز فراهم کرد.

در دیاگرام PFD و P&ID هر دستگاهی باید با یک Tag number، که شامل تعدادی حروف و عدد مطابق با استاندارد مشخص گردد، که به طور معمول و در صورت امکان شماره هر دستگاه در بالا یا پایین صفحه در نزدیک ترین محل به خط عمود گذرنده از مرکز همان دستگاه نوشته می شود و تجهیزات (رزرو) و یا موازی با پسوندهایی مثل توالی حروف مشخص می گردد.

در ادامه دیاگرامها و اشکال (سمبل) استاندارد تجهیزات و حروف اختصاری بکار رفته در دیاگرامها که کاربرد زیادی دارند. با توجه به استاندارد ANSI/ISA14617- 6 S5.1-1984 (R1992) آورده شده است.

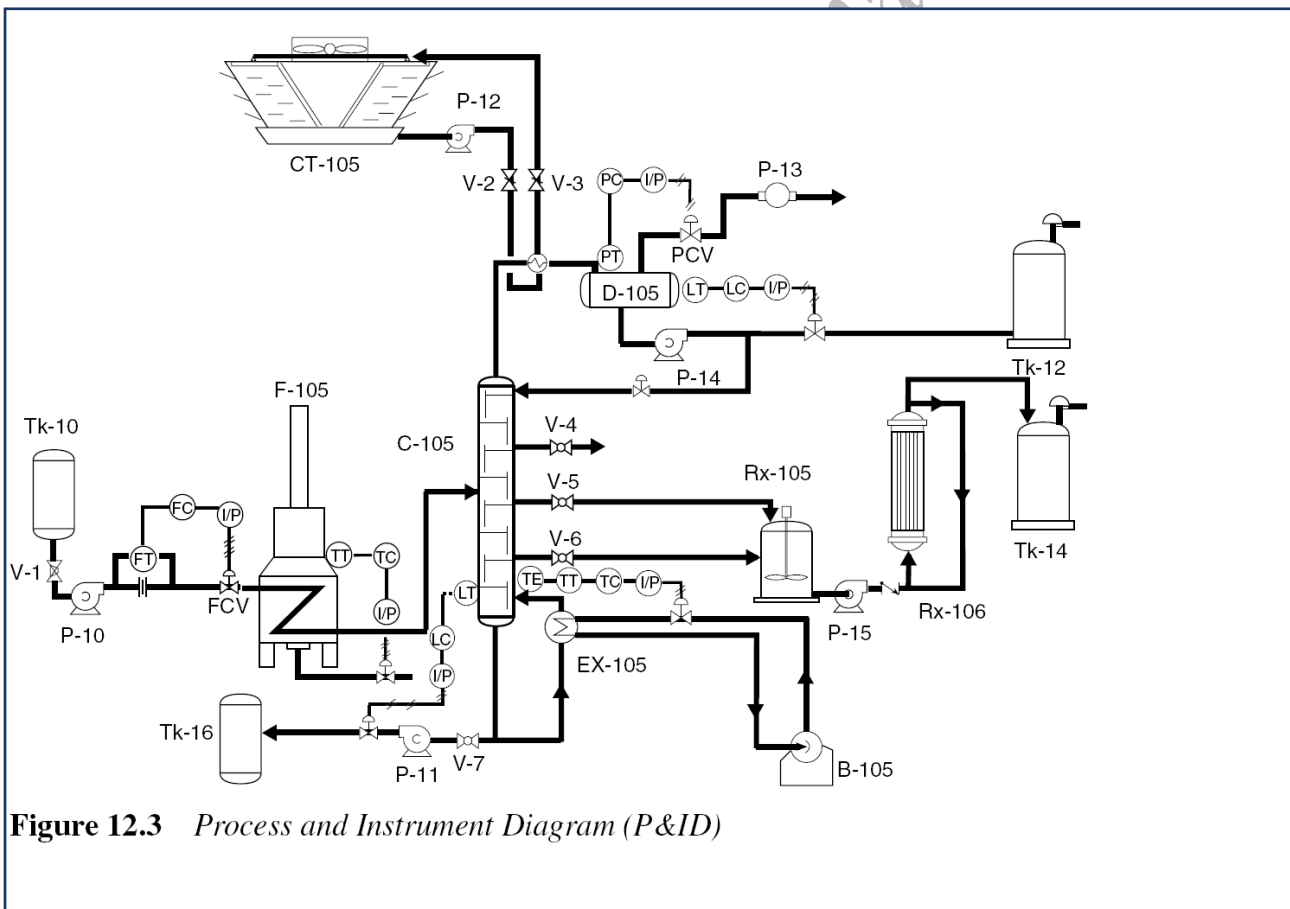
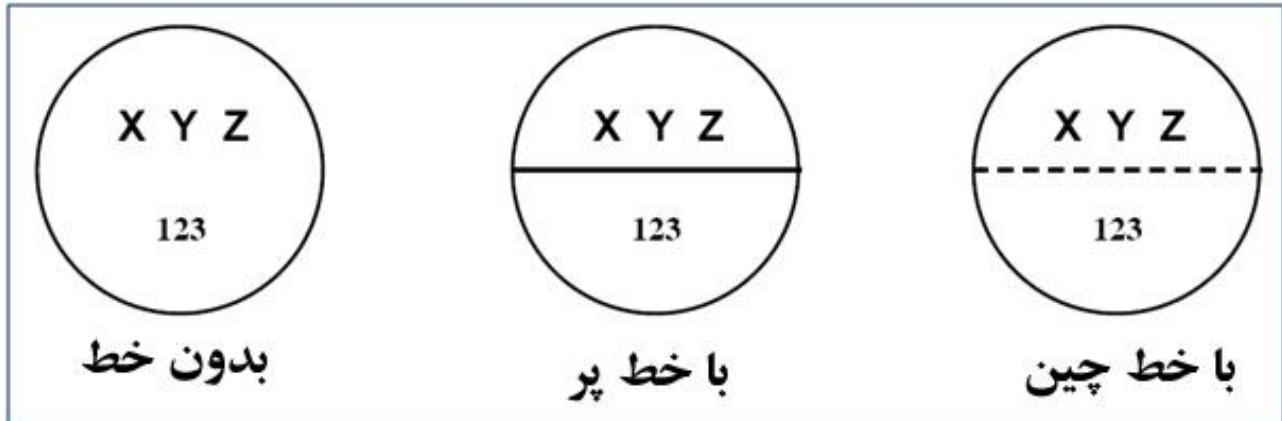


Figure 12.3 Process and Instrument Diagram (P&ID)

- در نقشه ها نوع و کارکرد و محل قرار گیری کلیه تجهیزات ابزار دقیق را مشخص می کنند، برای این کار از یک دایره کوچک به قطر 1 تا 2 سانتیمتر استفاده می کنند و با استفاده از حروف اختصاری و اعداد که در داخل این دایره نوشته می شود، مشخصات تجهیز بیان می گردد. که در سه حالت وجود دارد.



اگر در وسط دایره خطی وجود نداشته باشد، بیان کننده آن است که تجهیز بر روی خط پروسه و یا در نزدیکی آن قرار دارد.

اگر در وسط دایره خطی پر وجود داشته باشد، بیان کننده آن است که تجهیز بر روی تابلو اتاق کنترل و در جلو دید اپراتور قرار دارد.

اگر در وسط دایره خط چین وجود داشته باشد، بیان کننده آن است که تجهیز در پشت و یا داخل تابلو اتاق کنترل بوده و در جلو دید اپراتور نمی باشد.

در نیمه بالای دایره دو یا سه حرف درج می شود، که حرف اول مشخص کننده، پارامتر (کمیت) است که تجهیز بر روی کار می کند. و حروف بعدی عملکرد تجهیز را بیان می کنند.

اعدادی و حروفی که نیمه پایین دایره نوشته می شود، شماره خط پرسه و یا شماره خط کنترل را بیان می نماید.

مثال: شکل یک فشار سنج با قابلیت ثبت و انتقال اطلاعات که بر روی خط کنترل شماره 3 نصب شده، و روی پانل تابلو اتاق کنترل قرار دارد را نشان می دهد.



در جدول صفحه بعد حروف بکار رفته و معنای هر کدام در محل قرار گیری آنها آورده شده است.

Identification letters					
حرف	First-Letters		Succeeding-Letters		
	مشخصه بعنوان حرف اول		مشخصه بعنوان حرف بعدی		
	Measured or Initiating variable	Modifier	Readout or passive function	Output function	Modifier
	کمیت	موارد دیگر	بازخوانی عملکرد	خروجی عملکرد	موارد دیگر
A	Analysis آنالیز	-	Alarm آلارم - اخطار - هشدار	-	-
B	Burner, Combustion شعله مشعل ، سوزاندن	-	User's choice انتخاب بصورت اختیاری	User's choice انتخاب بصورت اختیاری	User's choice انتخاب بصورت اختیاری
C	Conductivity هدایت الکتریکی	-	-	Control کنترل	-
D	Density وزن مخصوص، چگالی	Differential تفاضلی	-	-	-
E	Voltage ولتاژ ، اختلاف پتانسیل الکتریکی	-	Sensor (primary element) حسگر ( عنصر ابتدایی )	-	-
F	Flow rate اندازه جریان سیال	Ration (fraction) نسبت ، کسر	-	-	-
G	User's choice نشان دهنده (گیج) ، اختیاری	-	Glass, viewing device شیشه ای ، دریچه نظاره دستگاه	-	-
H	Hand دستی	-	-	-	High زیاد
I	Current (electrical) جریان ( الکتریکی )	-	Indication نشان دادن ، اعلام کردن	-	-
J	Power توان ، قدرت	Scan جاروب	-	-	-
K	Time, Time Schedule زمان ، برنامه زمانی	Time rate of change تبدیل زمان ، میزان زمان	-	Control station مرکز کنترل	-
L	Level ارتفاع سطح	-	Light چراغ پیلوت	-	Low کم
M	-	Momentary گنرا	-	-	Middle, intermediate میانگین ، مابین
N	Torque گشتاور	-	User's choice انتخاب بصورت اختیاری	User's choice انتخاب بصورت اختیاری	User's choice انتخاب بصورت اختیاری
O	User's choice اختیاری _ تنظیم	-	Orifice, restriction ارفیس ( مانع ) ، محدودیت	-	-
P	Pressure, vacuum فشار ، خلاء	-	Point (test connection) نقطه تست	-	-
Q	Quantity مقدار	Integrate, totalizer مجموع ، انترگرال	-	-	-
R	Radiation رادیو اکتیویته ، تشعشع	-	Record ثبت ، چاپ منحنی	-	-
S	Speed, Frequency سرعت ، فرکانس	Safety ایمنی	-	Switch سوئیچ - کلید	-
T	Temperature دما	-	-	Transmit انتقال	-
U	Alarm Output , Multivariable خروجی هشدار ، چند متغیره	-	Multifunction چند کاره	Multifunction چند کاره	Multifunction چند کاره
V	Vibration, Mechanical Analysis وایبراتور ، آنالیز مکانیکی ، ویسکوزیته	-	-	Valve, damper, louver شیر دمپری - دریچه - دود کش	-
W	Weight, Force نیرو ، وزن	-	Well صحیح	-	-
X	on-off valve, Unclassified شیر قطع و وصلی ، مجهول ، مسافت	X axis محور X مختصات	Unclassified مجهول	Unclassified مجهول	Unclassified مجهول
Y	Event, State, Presence رویداد مرحله ای ، وضعیت ، پیشامد	Y axis محور Y مختصات	-	Relay, compute, convert رله ، کامپیوتر ، میدل	-
Z	Position, Dimension موقعیت ، وضعیت ، اندازه	Z axis محور Z مختصات	عمل کننده ( عنصر نهایی )	Driver, actuator راه انداز ، فعال کننده	-



مثالهایی از چگونگی بیان مشخصات تجهیزات در دیاگرام P&ID آورده شده است.

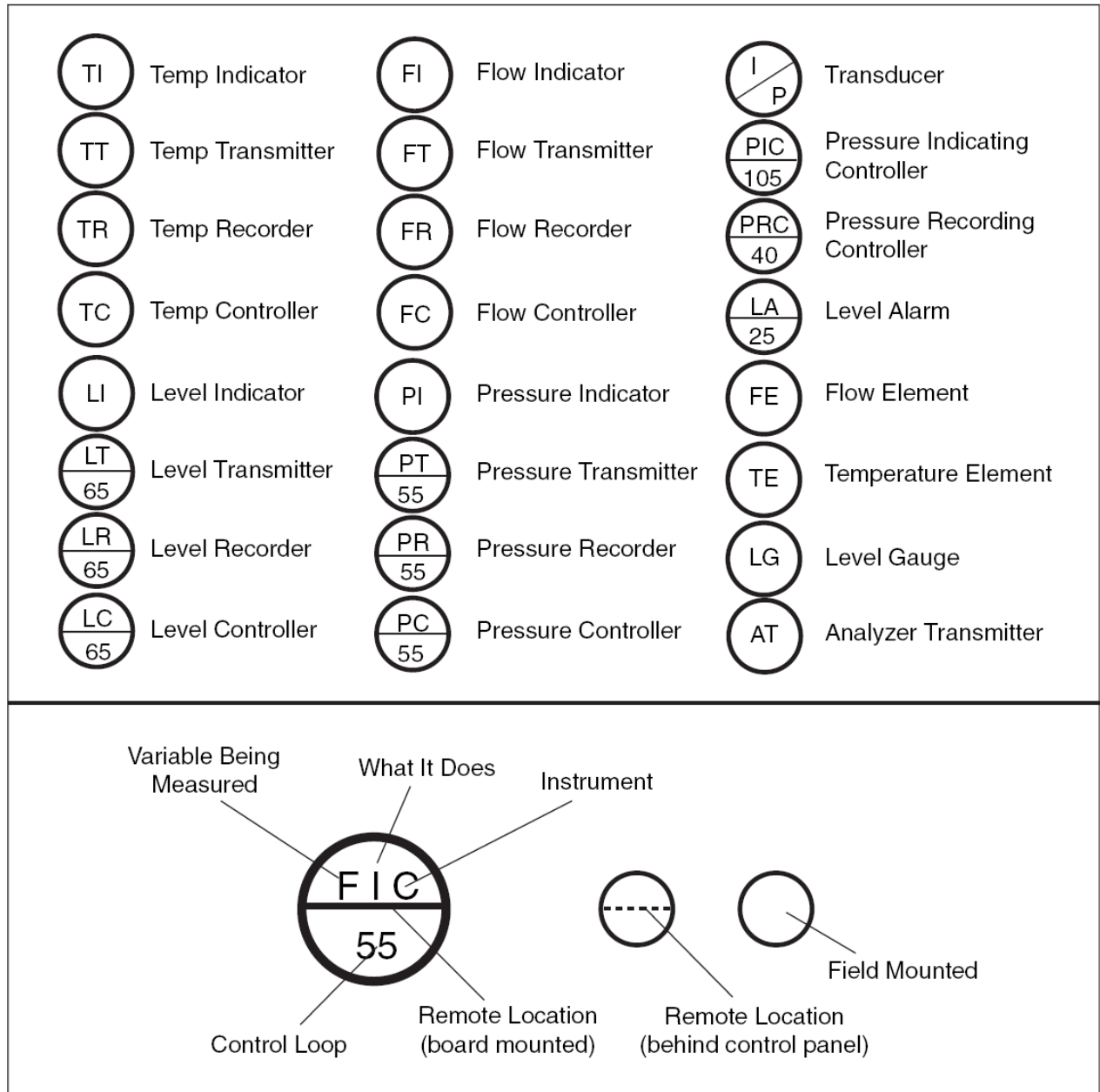




Figure 12.1b Process and Instrument Symbols (continued)

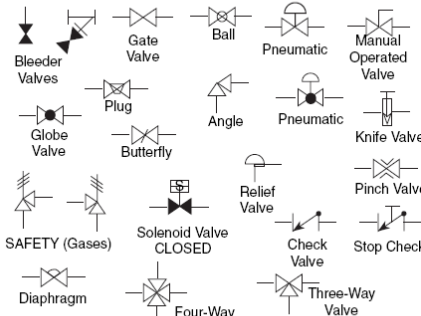
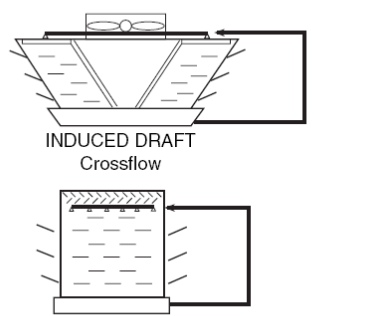



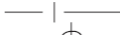
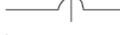

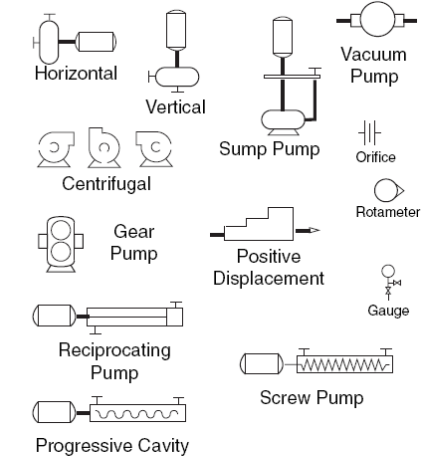
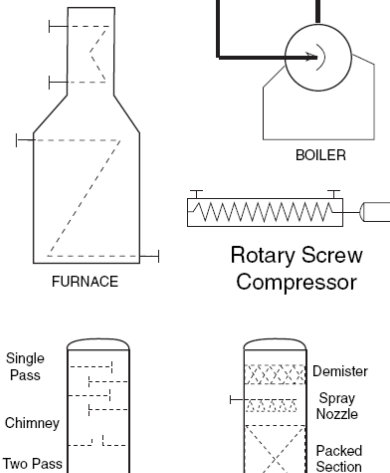
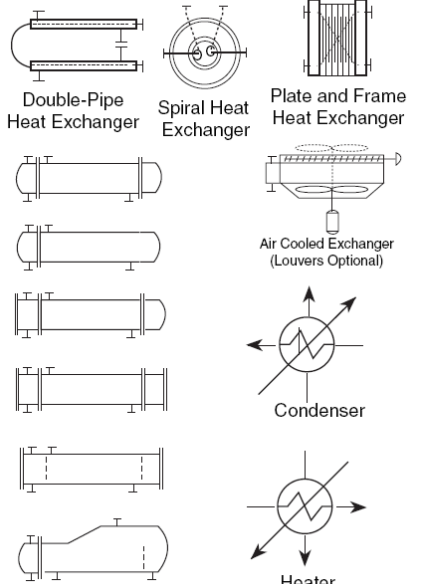
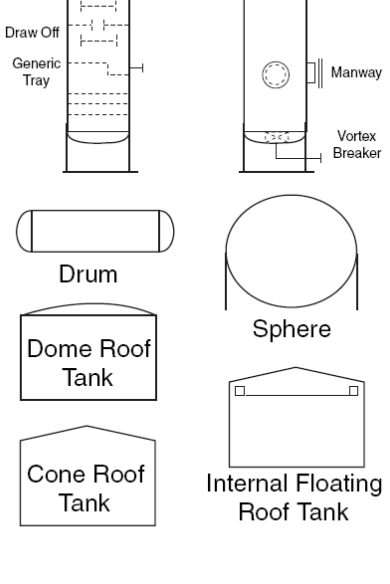
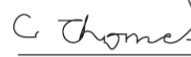
در جدول زیر حروف بکار رفته بر روی خطوط تغذیه و پرسه که نوع آنها را بیان می نماید ذکر شده است.







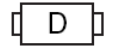



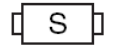








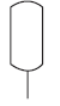

حروف اختصاری بکار رفته در تغذیه تجهیزات		
AS	AIR SUPPLY	تغذیه پنوماتیکی ، تغذیه با هوای فشرده
ES	ELECTRIC SUPPLY	تغذیه الکتریکی
GS	GAS SUPPLY	تغذیه گاز ( فشرده )
HS	HYDRAULIC SUPPLY	تغذیه هیدرولیک ( روغن تحت فشار )
NS	NITROGEN SUPPLY	تغذیه با گاز نیتروژن
SS	STEAM SUPPLY	تغذیه با بخار
WS	WATER SUPPLY	تغذیه با آب
IA	INSTRUMENT AIR	هوای فشرده ابزار دقیق
PA	PLANT AIR	هوای موجود کارگاه

در شکل های زیر برخی از سمبل های مورد استفاده در رسم خطوط انتقال و تغذیه یک دیاگرام P&ID نشان داده شده است:

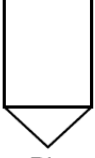
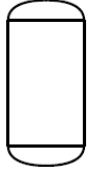
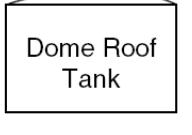

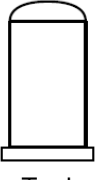

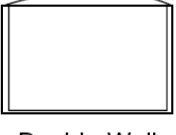
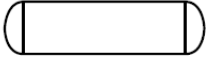
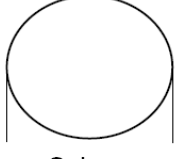
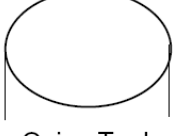
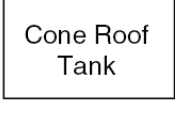
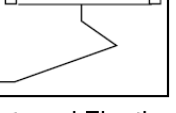
-----	Future Equipment		Electromagnetic, Sonic Optical, Nuclear
—————	Major Process	-----	Electric
—————	Minor Process	— —	Connecting Line
—#—#—#—#—	Pneumatic	— —	Non-Connecting Line
—L—L—L—	Hydraulic	— —	Non-Connecting Line
—X—X—X—X—	Capillary Tubing		Jacketed or Double Containment
—•—•—•—•—	Mechanical Link	—○—○—○—○—	Software or Data Link

در صفحات بعدی برخی از سمبل های مورد استفاده در رسم یک دیاگرام P&ID طبق استاندارد نشان داده شده است:

VALVE SYMBOLS	EQUIPMENT CONT.	LINE SYMBOLS																								
		<p>Future Equipment -----</p> <p>Major Process _____</p> <p>Minor Process _____</p> <p>Pneumatic // // // //</p> <p>Hydraulic - - - - -</p> <p>Capillary Tubing - X - X - X - X -</p> <p>Mechanical Link • • • • •</p> <p>Electromagnetic, Sonic Optical, Nuclear </p> <p>Electric </p> <p>Connecting Line </p> <p>Non-Connecting Line </p> <p>Non-Connecting Line </p> <p>Jacketed or Double Containment </p> <p>Software or Data Link - o - o - o - o -</p>																								
EQUIPMENT SYMBOLS	EQUIPMENT CONT.	LINE SYMBOLS																								
		<h3 data-bbox="1029 795 1428 840">INSTRUMENT SYMBOLS</h3> <table border="0"> <tr> <td>TI Temp. Indicator</td> <td>FI Flow Indicator</td> </tr> <tr> <td>TT Temp. Transmitter</td> <td>FT Flow Transmitter</td> </tr> <tr> <td>TR Temp. Recorder</td> <td>FR Flow Recorder</td> </tr> <tr> <td>TC Temp. Controller</td> <td>FC Flow Controller</td> </tr> <tr> <td>LI Level Indicator</td> <td>PI Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>LT<sub>65</sub> Level Transmitter</td> <td>PT<sub>55</sub> Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>LR<sub>65</sub> Level Recorder</td> <td>PR<sub>55</sub> Pressure Recorder</td> </tr> <tr> <td>LC<sub>65</sub> Level Controller</td> <td>PC<sub>55</sub> Pressure Controller</td> </tr> <tr> <td>FE Flow Element</td> <td>I/P Transducer</td> </tr> <tr> <td>TE Temperature Element</td> <td>PIC<sub>105</sub> Pressure Indicating Controller</td> </tr> <tr> <td>LG Level Gauge</td> <td>PRC<sub>40</sub> Pressure Recording Controller</td> </tr> <tr> <td>AT Analyzer Transmitter</td> <td>LA<sub>25</sub> Level Alarm</td> </tr> </table>	TI Temp. Indicator	FI Flow Indicator	TT Temp. Transmitter	FT Flow Transmitter	TR Temp. Recorder	FR Flow Recorder	TC Temp. Controller	FC Flow Controller	LI Level Indicator	PI Pressure Indicator	LT <sub>65</sub> Level Transmitter	PT <sub>55</sub> Pressure Transmitter	LR <sub>65</sub> Level Recorder	PR <sub>55</sub> Pressure Recorder	LC <sub>65</sub> Level Controller	PC <sub>55</sub> Pressure Controller	FE Flow Element	I/P Transducer	TE Temperature Element	PIC <sub>105</sub> Pressure Indicating Controller	LG Level Gauge	PRC <sub>40</sub> Pressure Recording Controller	AT Analyzer Transmitter	LA <sub>25</sub> Level Alarm
TI Temp. Indicator	FI Flow Indicator																									
TT Temp. Transmitter	FT Flow Transmitter																									
TR Temp. Recorder	FR Flow Recorder																									
TC Temp. Controller	FC Flow Controller																									
LI Level Indicator	PI Pressure Indicator																									
LT <sub>65</sub> Level Transmitter	PT <sub>55</sub> Pressure Transmitter																									
LR <sub>65</sub> Level Recorder	PR <sub>55</sub> Pressure Recorder																									
LC <sub>65</sub> Level Controller	PC <sub>55</sub> Pressure Controller																									
FE Flow Element	I/P Transducer																									
TE Temperature Element	PIC <sub>105</sub> Pressure Indicating Controller																									
LG Level Gauge	PRC <sub>40</sub> Pressure Recording Controller																									
AT Analyzer Transmitter	LA <sub>25</sub> Level Alarm																									
		<div data-bbox="1029 840 1428 1366" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>APPROVED </p> <p>DATE 10-6-99</p> </div> <div data-bbox="1029 1377 1428 1534" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>GENERAL LEGEND</p> <p style="text-align: center;"><b>DISTILLATION UNIT</b></p> </div> <div data-bbox="1029 1545 1428 1713" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>DRAWING NUMBER</p> <p style="text-align: center;"><b>OO6543</b></p> </div> <div data-bbox="1029 1724 1428 1769" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>REVISION 1 <span style="float: right;">PAGE 1 OF 30</span></p> </div>																								

	Y-type Strainer		Removable Spool
	Duplex Strainer		Flexible Hose
	Basket Strainer		Expansion Joint
	Detonation Arrestor		Breather
	Flame Arrestor		Vent Cover
	In-Line Silencer		In-Line Mixer
	Steam Trap		Vent Silencer
	Desuperheater		Diverter Valve
	Ejector / Eductor		Rotary Valve
	Exhaust Head		Pulsation Dampener
			Flange

STORAGE SYMBOLS

						
Bin	Tank	Dome Roof Tank	Open Top Tank	Tank	Internal Floating Roof Tank	Double Wall Tank
						
Drum	Sphere	Onion Tank	Cone Roof Tank	External Floating Roof		

