معرفی و آموزش

Piping and Instrumentation Diagram

P&ID

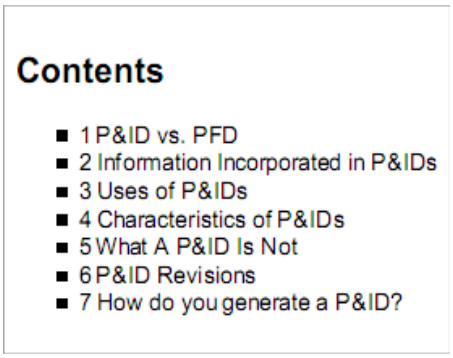
تهیه کننده : مهرزاد انصاری پور

دانشجوی رشته مکانیک گرایش حرارت و سیالات دانشگاه هرمزگان

mehrzad21@gmail.com

پاییز ۱۳۸۸

دیاگرام لوله گذاری و تجهیزات (Piping and Instrumentation Diagram) P&ID از علامتها برای نشان دادن اتصال بین تجهیزات، حسگر ها و شیرها در یک سیستم کنترلی استفاده می‌کند. بخش‌هایی که در زیر خواهند آمد اطلاعات که قبل از کشیدن P&ID لازم است بدانید به صورت خلاصه فراهم می‌کند.



Contents

- 1 P&ID vs. PFD
- 2 Information Incorporated in P&IDs
- 3 Uses of P&IDs
- 4 Characteristics of P&IDs
- 5 What A P&ID Is Not
- 6 P&ID Revisions
- 7 How do you generate a P&ID?

PFD Vs P&ID

P&ID ممکن است اغلب با PFD (Process Flow Diagram) اشتباه گرفته شود. P&ID و PFD معمولاز نمادهای یکسان برای نشان تجهیزات استفاده می‌کنند، اگرچه آنها هدف متفاوتی را برآورد می‌کنند و اطلاعات متفاوتی را تامین می‌کنند. هدف PFD این است که در هنگام بهره‌برداری نشان دهد یک فرآیند دقیقا چه کاری انجام می‌دهد و P&IDتمام کنترلرها، نوع شیرها و موادی که در یک ساختار استفاده شده‌اند را به نمایش می‌گذارد. PFD اتصال و رابطه بین تجهیزات بزرگ و موادی که در یک فرآیند هستند را به نمایش می‌گذارد. اگرچه شامل فهرست کردن مقادیر طراحی مثل شرایط نرمال، مینیموم و ماکزیموم عملکرد می‌شود که این موارد در P&ID نمی‌آید.PFD شامل سیستم‌های فرعی لوله و اجزای فرعی آن نمی‌شود در حالی که در P&ID شامل می‌شود. تفاوت بین P&ID و PFD این است که P&ID به طور نمونه بیشتر شامل اطلاعات مربوط به لوله کشی و شیرهای اطمینان relief تا PFD. P&ID شامل شرایط عملکرد که PFD آن را دارد نمی‌شود مثل stream flow یا ترکیب‌ها.

اطلاعاتی که در P&ID ثبت می‌شوند

اطلاعات زیر در P&ID به طور مشخص و واضح داده می‌شود که در PFD مشاهده نمی‌شود:

- تمام شیرها و انواع آن
- کنترلرهای موجود
- معماری کنترلرها
- قطر، جنس و مشخصات عایق لوله
- جنس تجهیزات ساختار

استفاده های P&ID

- توسعه متدلوژی عملیاتی
- توسعه فلسفه امنیت و حفاظت
- اساس برنامه ریزی و کنترل
- سند ارتباطی برای چگونگی کارکرد فرآیند
- استفاده به عنوان اساس طراحی تجهیزات، لوله، تخمین هزینه و خرید
- برای ارزیابی ساختار فرآیند
- آموزش کارکنان
- بهکار رفتن به عنوان آرایش مفهومی کارخانه
- فراهم کردن زبان مشترک برای بحث کردن در مورد عملکردهای کارخانه

مشخصات P&ID

- توسط قسمتهای مشخص واحدهای صنعتی گروه بندی می‌شود
- همه اتصال بین سنسورها و محرک‌ها را نمایش می‌دهد
- یک شماتیک کلی- نه آرایش یا مقیاس بودن. باید توجه داشت که P&ID به طور مشخص اشاره نمی‌کند به : ارتفاع یکسان تجهیزات، اندازه‌های نسبی، مقعیت قرار گیری شی‌ها در تجهیزات، تجهیزات چقدر به هم نزدیک هستند و انواع و محل پره‌ها. همچنین مشابه دیاگرام کنترل و یا incidence نیستند. این نوع اطلاعات می‌توانند دیده شوند در نقشه آرایش کلی کارخانه (می‌تواند هم دید ماهواره‌ای باشدکه فاصله بین واحد ها را نشان می‌دهد یا برشی از ساختمان که ارتفاع واحدها رانشان می‌دهد) یا نقشه‌های ساختمانی مثل نقشه‌های کارخانه.
- باید واضح و بدون درهم ریختگی باشد.
- باید منظم و یکنواخت باشد. P&ID به طور گسترده در صنعت استفاده می‌شود برای سندیت دادن به اطلاعات واحد صنعتی. این اسناد لازم است که به سادگی توسط هر فردی که با شرکت کار می‌کند خوانده شود و به راحتی بتوان آن را به شخص دیگری توضیح داد. بدون علامت‌گذاری‌های استاندارد خیلی مشکل است که از یک واحد صنعتی به واحدی دیگر بروید و P&ID ها را بفهمید.
- معمولا خیلی محرمانه هستند و دسترسی به آنها محدود است چرا که می‌توان برای بازسازی فرایند از آنها استفاده کرد.

P&ID..... نیست

- دیاگرام معماری فرآیند نیست (باید نشان دهد جریان مواد در راستای کف کارخانه بین سنسورها و محرک‌ها، لازم نیست مطابق موقعیت‌های سه بعدی باشد).
- نیازی نیست به طور دقیق برابر با مقیاس کشیده شود.
- نیازی به نشان دادن ارتفاع نسبی نیست.
- نیازی به نمایش سوییچ‌های دستی نیست.
- نیازی به نمایش دما، فشار واقعی و جریان اطلاعات نیست.
- صرف نظر کردن از توضیحات گسترده.

بازبینی P&ID

- بازبینی‌ها به وضوح باید مشخص باشند.
- در هر تغییر چشمگیر معمولا بین همه کارکنا انتشار می‌یابد به خوبی، as well as at benchmark points.
- اگر در بین فواصل انتشار تغییر کوچکی ایجاد شود که نیازی به بازبینی نباشد اصلاح با مداد قرمز قابل قبول است.
- در حین فرآیند طراحی معمولا نیاز به ۲۰-۱۵ بازبینی می‌باشد.
- تمام بازبینی‌ها باید برای همه کارکنان ارسال شود تا از اشباهات ساختاری بحرانی(لازم به ذکر نیست پرهزینه) جلوگیری شود.

شما چگونه یک نقشه P&ID تولید میکنید؟

P&ID ها می‌توانند توسط دست یا کامپیوتر تولید شوند.

Common programs, for both PC and Mac that create P&IDs include Microsoft Visio (PC) and OmniGraffle (Mac). For creating a P&ID by hand or on a computer, please refer to the P&ID Standard Notation Wiki Page for standard equipment notation as well as computer templates.

علامت‌گذاری استاندارد P&ID

Title: Piping and Instrumentation Diagram Standard Notation

Authors: Halley Crast, Andrew Laskowski, Maurice Telesford, Emily Yatch

Date Presented: September 21, 2006

Date Revised: October 3, 2006

Stewards: Ji Sun Sunny Choi, Sang Lee, Jennifer Gehle, Brian Murray, Razili Stanke-Koch

Last Updated: September 5, 2007

Contents

- 1 Introduction
- 2 Line Symbols
- 3 Identification Letters
- 4 Valve Symbols
- 5 General Instrument or Function Symbols
- 6 Transmitter Symbols
- 7 Miscellaneous Symbols
- 8 Crafting a P&ID
- 9 Sample Diagram
- 10 Example 1
- 11 Example 2
- 12 Example 3
- 13 Sage's Corner
- 14 Additional Reading
- 15 References

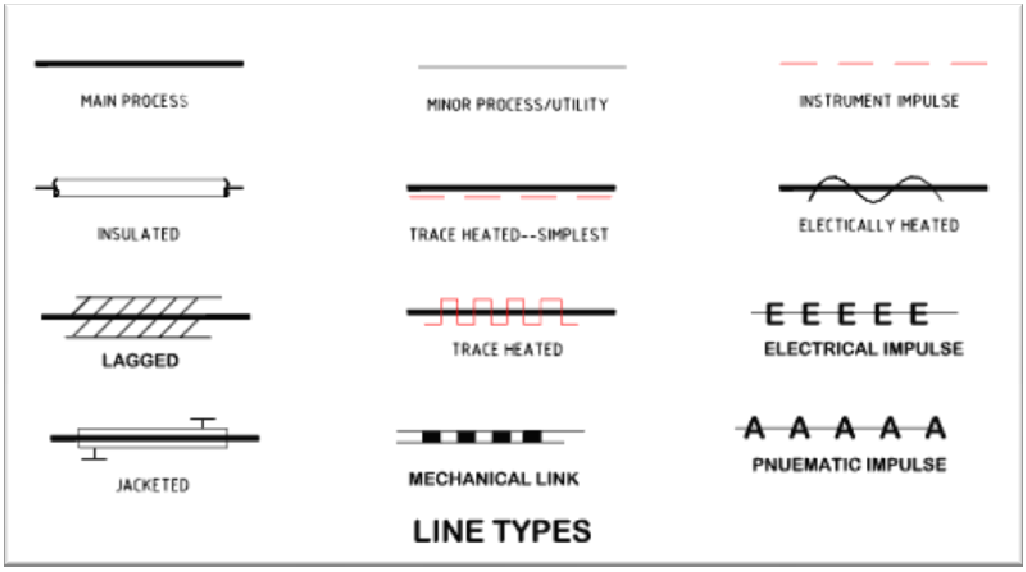
نقشه‌های P&ID از نمادهای مشخصی برای نشان دادن ارتباط بین تجهیزات، سنسورها و شیرها در یک سیستم کنترلی استفاده می‌کنند. این نمادها بیانگر محرک‌ها، سنسورها و کنترلرها ممکن است در بیشتر حالات ظاهر شوند البته نه در همه P&ID.

P&ID ها نسبت به PFDها جرییات بیشتری را فراهم می‌کنندبه استثناء پارامترها یعنی دما، فشار و مقدار جریان. تجهیزات فرآیندها شیرها، ابزارها و خطوط لوله توسط کدهای شناسایی منحصر به فرد برچسب گذاری می‌شوند بر اساس اندازه، جنس محتویات آنها،روش‌های اتصال (پیچ شده، فلنجی و ...) و وضعیت (بسته، باز). ای ندو نقشه می‌توانند استفاده شوند برای اتصال پارامترها با سیستم کنترل برای توسعه یک فرآیندکامل در حال کار. استادارد نشانه گذار تنوعی از حروف و اشکال است برای یک مهندس مهم است که بفهمد زیرا یک زبان مشترک در جهان صنعت برای گفت‌وگو کردن درباره یک واحد صنعتی می‌باشد.

این قسمت چهارمجموعه از علائم را پوشش می‌دهد. بخش اول استفاده از خط‌ها را برای تشریح ارتباط بین فرآیندها. در بخش دوم حرف‌هایی که برای تعیین دستگاه‌های کنترل در یک فرآیند استفاده می‌شوند را توضیح می‌دهد. بخش سوم فعال کننده‌ها را تشریح می‌کند که فرآیندها رامستقیما کنترل می‌کنند در قسمت نهایی به سنسورها و فرستنده‌ها که پارامترها در سیستم اندازه می‌گیرند می‌پردازیم.

نماد های خط

نمادهای خط برای تشریح اتصال بین واحد های مختلف در یک سیستم کنترل استفاده می‌شوند در جدول شماره یک متداول ترین آنها آمده است.

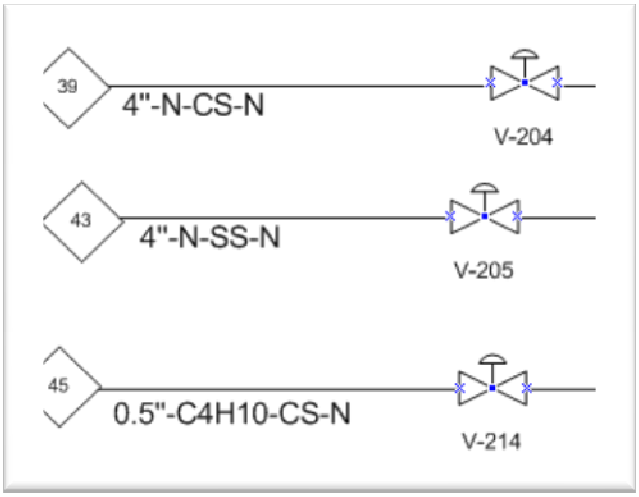


جدول شماره ۱

در جدول ۱ *"main process"* ارجاع دارد به لوله که حامل مواد شیمیایی است. *"Insulated"* اشاره به لوله‌هایی دارد که دارای عایق هستند. *"Trace heated"* لوله‌هایی را نشان می‌دهد که به دور آنها سیم‌پیچی شده تا محتوای آن گرم نگه داشته شود. *"Lagged"* اشاره به لوله‌هایی دارای روکش پارچه‌ای یا فایبرگلاس‌اند به عنوان پوشش دوم به منظور رنگ آمیزی برای دادن ظاهر بهتر به لوله. ستون آخر در جدول شماره یک لوله‌هایی را نشان می‌دهد که توسط کنترلرها کنترل می‌شود. *"Electrical impulse"* حالتی را نشان میدهد *که* اطلاعات از کنترلر به لوله توسط سیگنال‌های الکتریکی، در حالی که *"pneumatic impulse"* بیانگر اطلاعاتی است که با گاز فرستاده می‌شود.

علاوه بر نمادهای خط برچسب‌های خط هم هستند که کدهایی کوتاه که مشخصات اضافی از لوله‌ها نقل می‌کنند. این کدهای کوتاه شامل قطر لوله، سرویس، جنس و عایق لوله می‌باشند. قطر لوله به اینچ بیان می‌شود، سرویس به معنای اینکه محتویات لوله چیست. جنس به شما میگوید که آن قسمت از لوله از چی ساخته شده است. برای مثال CS برای

کربن استیل و ss برای استنلس استیل. و در آخر "Y" مشخص می‌کند که لوله همراه با عایق است و "N" مشخص می‌کند که لوله بدون عایق است. مثال‌هایی از کدهای کوتاه در شکل A آمده است.



شکل A

کدهای کوتاه برای فراهم کردن اطلاعات بیشتر از قطعه لوله داده شدهمفید است. برای مثال جریان ۳۹ در شکل A می‌گوید لوله دارای قطر ۴ اینچ، حامل ماده شیمیای N ، جنس لوله کربن استیل و بدون عایق است.

حرف‌های شناسایی

حرف‌های زیر برای تشریح ادوات کنترل که در فرآیند درگیر هستند به کار می‌رود. هر وسیله با دو حرف برچسب‌گذاری می‌شود، حرف اول بیانگر پارامتر کنترلی وحرف دوم بیانگر نوع کنترل.

First Letter	Parameter Controlled
A	Analysis
C	Conductivity
D	Density
E	Voltage
F	Flow rate
I	Current
L	Level
M	Moisture (Humidity)
P	Pressure or Vacuum
T	Temperature
V	Viscosity

جدول ۲

Second Letter	Type of Control Device
A	Alarm
C	Control
I	Indicate
T	Transmit
V	Valve

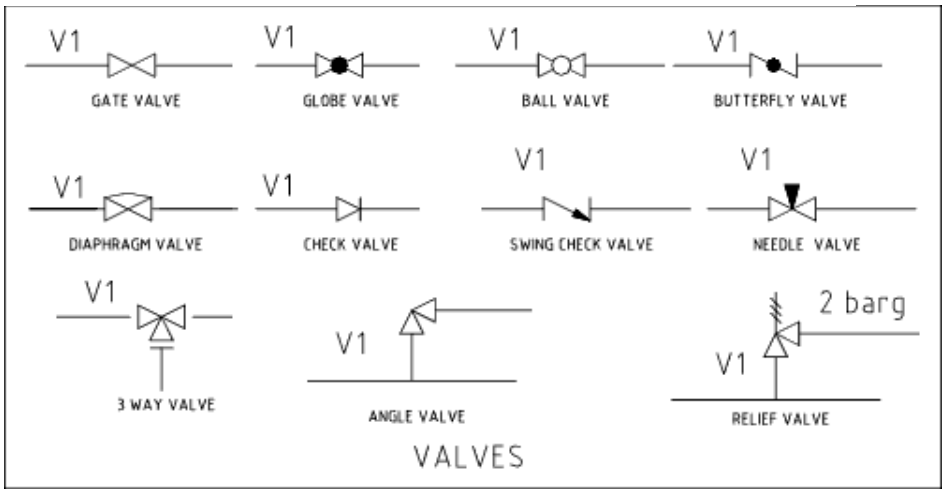
جدول ۳

برای مثال PI هست *"pressure indicator"*.

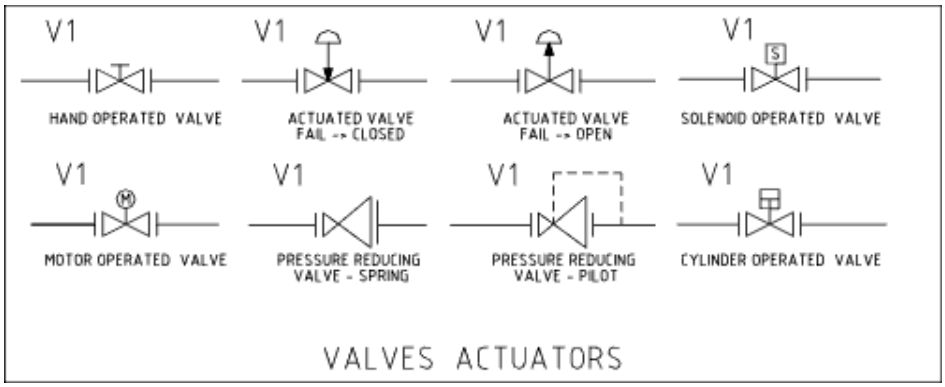
نمادشیرها

نمادهای زیر ارائه دهنده محرک‌های شیر و شیرها در مهندسی شیمی هستند. محرک‌ها مکانیزم‌هایی هستند که تجهیزات کنترلی را فعال میکنند.

جدول ۴



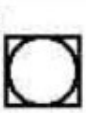
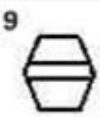
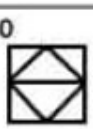
جدول ۵



General Instrument or Function Symbols

ابزارها می‌توانند موقعیت‌های مختلفی داشته باشند، دسترس پذیر باشند، کارا باشند. خیلی مهم است که اینها را در P&ID را تشریح کرد.در پایین جدول نمادهای متداولی که در این مورد در P&ID به کار می‌رود آمده است.

General instrument or function symbols

	Primary location accessible to operator	Field mounted	Auxiliary location accessible to operator
Discrete instruments	1	2	3
Shared display, shared control	4	5 	6
Computer function	7	8	9 
Programmable logic control	10 	11	12

1. Symbol size may vary according to the user's needs and the type of document.
2. Abbreviations of the user's choice may be used when necessary to specify location.
3. Inaccessible (behind the panel) devices may be depicted using the same symbol but with a dashed horizontal bar.

Source: Control Engineering with data from ISA S5.1 standard

"Discrete instruments" ادواتی هستن مجزا از یکدیگر یا از دیگر دستگاه های فرآیند جدا هستند. " Shared display" دستگاه‌هایی هستند که عملکرد خودشان را با دیگر دستگاه‌ها به اشتراک می‌گذارند. دستگاه‌هایی که توسط کامپیوتر کنترل می‌شوند در دسته "computer function" قرار می‌گیرند، دستگاه‌هایی که محاسبه می کنند، اطلاعات جمع آوری شده از دیگر ادوات را تقویت، تبدیل می کنند در دسته "Programmable logic control" قرار می‌گیرند.

برای مثال یک "Discrete instruments" برای یک فرآیند مشخص دبی درون لوله را اندازه می‌گیرد. یک ابزار جدا، یک فرستنده جریان، می‌فرستد جریان را به یک ابزار کنترلی و یک ابزار "Shared display" که جریان را به کاربر نشان می‌دهد.

یک ابزار "computer function" به یک شیر فرمان می‌دهد که بسته یا باز شود که به جریان بستگی دارد. دستگاهی که در زیر مجموعه "Programmable logic control" ممکن است یک شیر را که به صورت پنوماتیکی کنترل می‌شود را کنترل کند. دستگاهی ممکن است اطلاعات را جمع آوری کند از discrete instruments که موقعیت محرک شیر را اندازه می‌گیرد و در نتیجه شیر را تنظیم می‌کند.

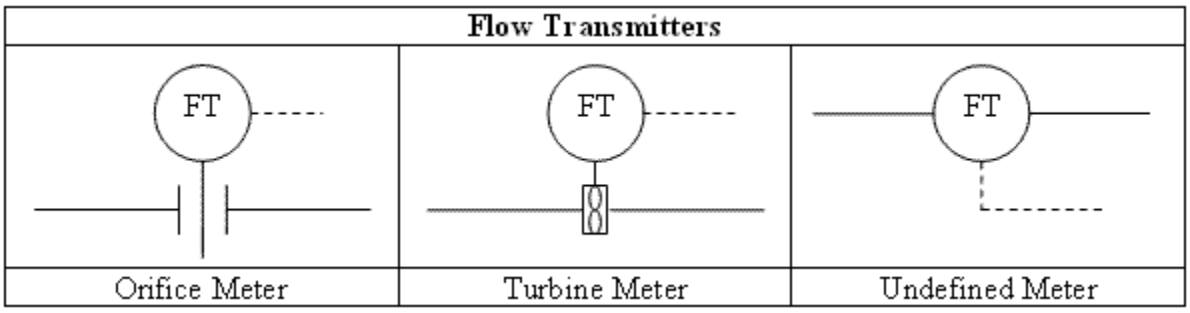
در جدول بالا لازم است که بدانید که دستگاه‌ها کجا قرار گرفته‌اند و کاربرد آنها را بدانیدبه این منظور که در P&ID آن‌ها را درست رسم کنیم. دستگاه اصلی دستگاهی است که عملکردش مربوط به خودش است و به دستگاه‌های دیگر بستگی ندارد. یک ابزار field mounted که به صورت فیزیکی در میدان یا کارخانه قرار دارد. ابزارهای field mounted برای کاربر از طریق اتاق کنترل قابل دسترسی نیستند. ابزارهای کمکی ابزارهایی هستند که به دستگاهای اصلی و کمکی دیگر کمک می‌کنند و از طریق اتاق کنترل قابل دسترسی هستند.

Transmitter Symbols

فرستنده‌ها با اجازه دادن به مقاصد کنترل که محقق بشوند در یک فرآیند نقش مهمی را در P&ID ایفا می‌کنند. در ادامه نمادهای معمول برای نشان دادن فرستنده‌ها را می‌بینید.

در شکل زیرسه نمونه از فرستنده‌ها آمده است. ائلی در اریفیس مترها استفاده می‌شود، دومی در توربین مترها و سومی برای undefined meter.

جدول ۶

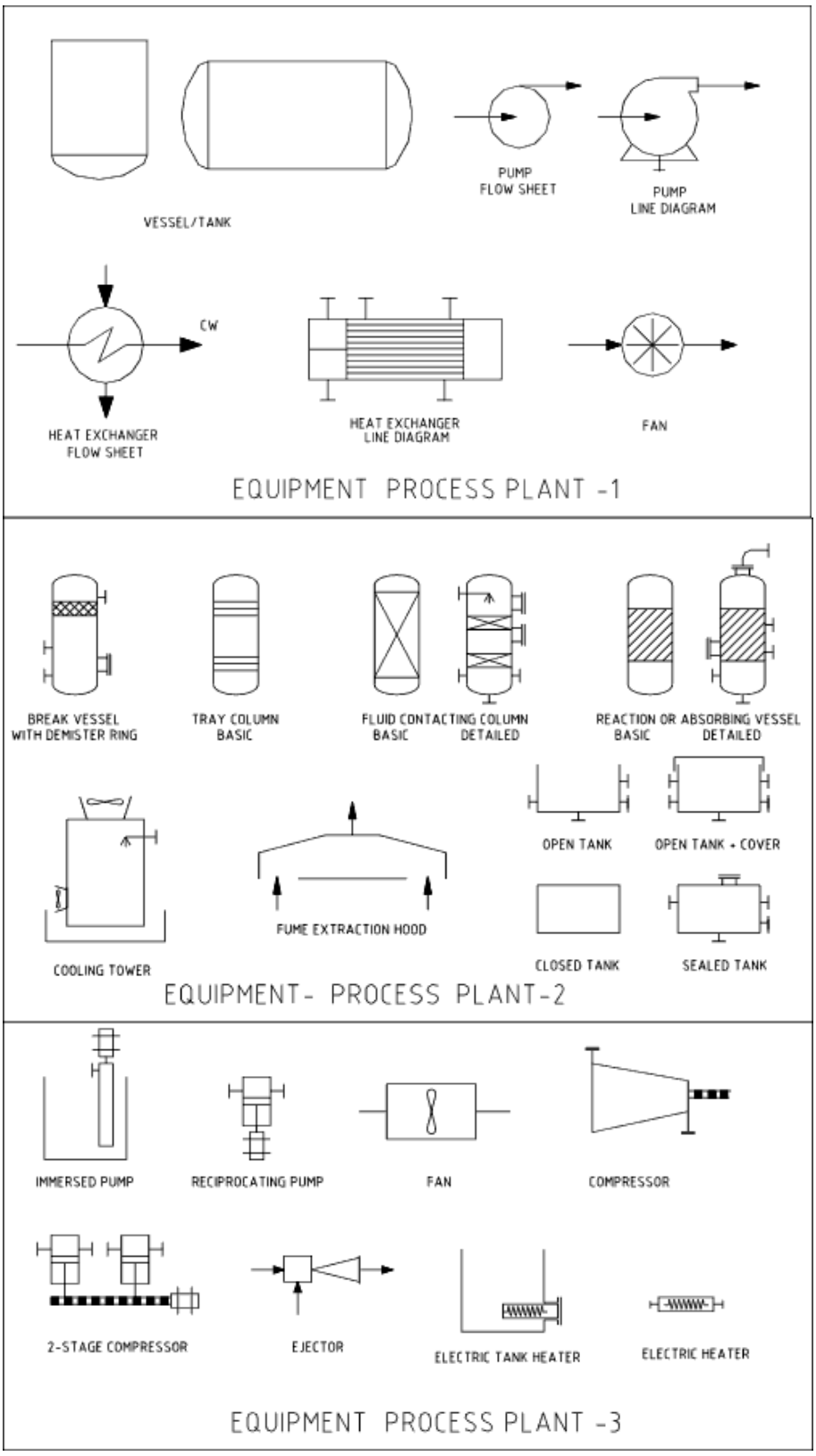


موقعیت فرستنده‌ها بسته به کاربرد آنها دارد. یک فرستنده سطح در یک تانک مثال خوبی است. برای نمونه اگر یک شرکت علاقه به دانستن پر بودن یک تانک داشته باشد مهم است که level transmitter در بالای تانک نصب شود تا در وسط آن .اگر در اثر تفسیر اشتباه P&ID level transmitter در وسط تانک نصب شود تانک به درستی پر نخواهد شد.اگر قرار است فرستنده‌ای در جای خاصی نصب شود به طور واضح برچسب گذاری می‌شود.

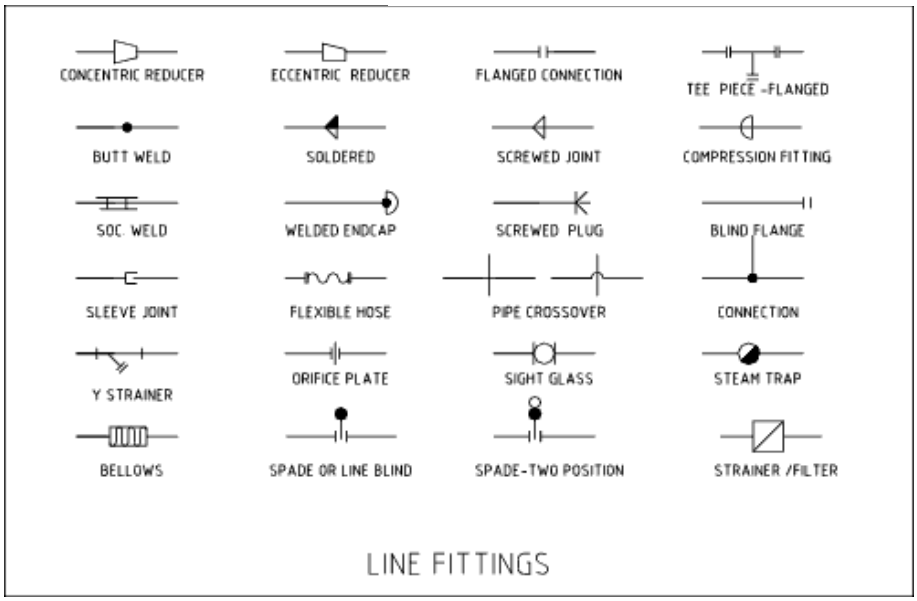
نمادهای متفرقه

نماد های زیر برای نشان دادن دیگر قطعات متفرقه فرآیندها و تجهیزات مربوط به لوله گذاری است.

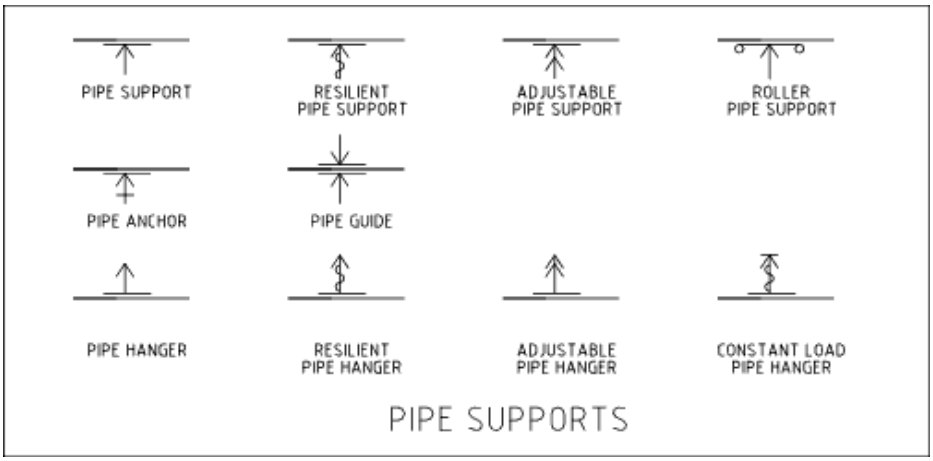
جدول ۷



جدول ۸



جدول ۹

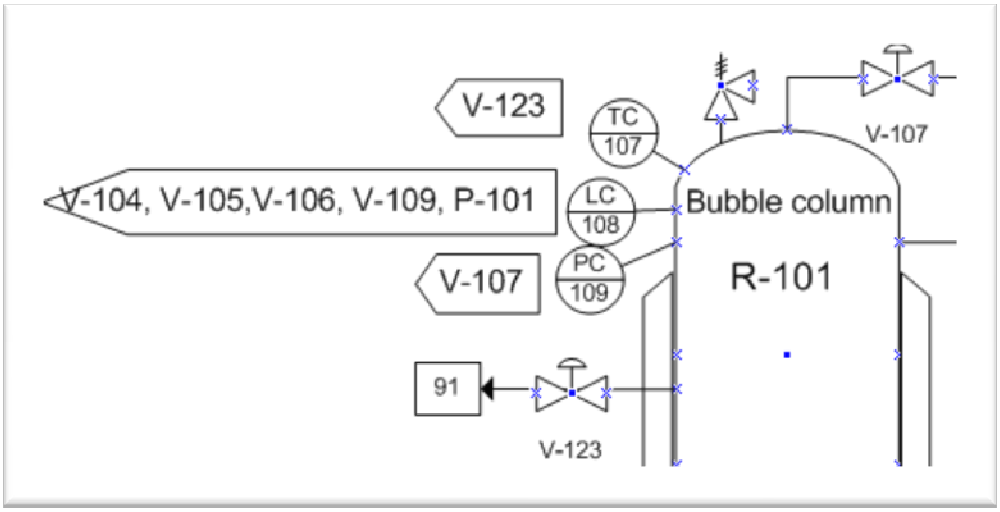


ساختن P&ID

به منظور هر چه ساده تر کردن نقشه P&ID قراردادهایی باید به کار گرفته شود. این قراردادها ساده می‌کنندخیلی از ابزارهای کنترلی که نیاز است استفاده شود. به منظور خلاصه کردن، سنسورها، فرستنده‌ها، نمایش دهنده‌ها و کنترلرها در

P&ID به عنوان کنترل کننده برچسب می خورند. نوع کنترلر بسته به متغییری که مایل به کنترل آن هستیم مشخص می‌شود نه بسته به آن عملی که نیاز به کنترل آن داریم.

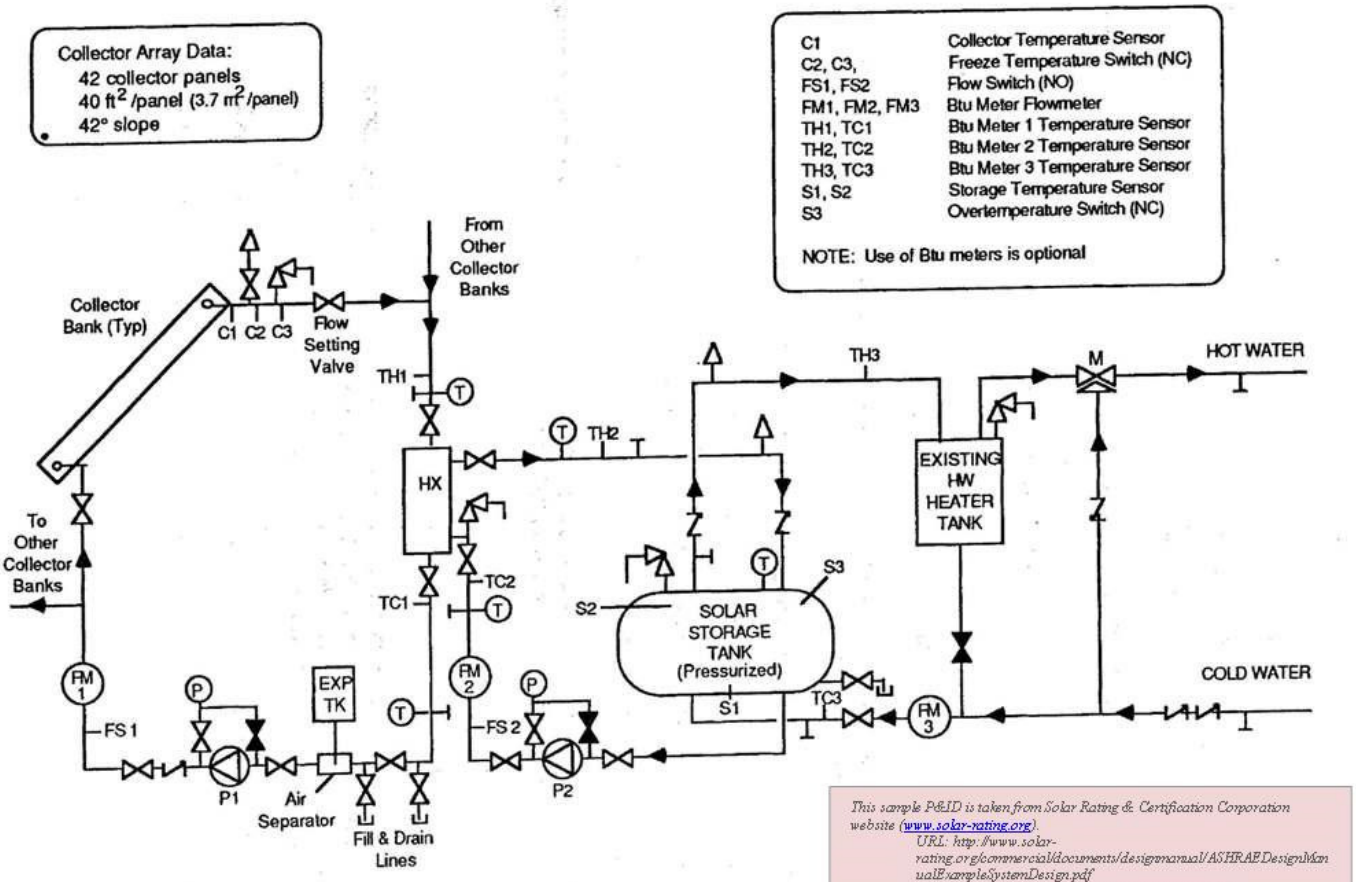
برای نمونه در نظر بگیرید اگر باید دمای سیال خروجی از یک مبدل با تغییر در نرخ جریان آب خنک کننده کنترل شود. متغیر واقعی در این حالت که کنترل می‌شود دما هست و عملی که منجر به کنترل این متغیر می‌شود تغییر در دبی جریان است. در این مورد یک کنترل کننده دما به طور شماتیک در یک P&ID نشان داده شده نه یک کنترل کننده جریان. برای اضافه کردن این کنترلر به P&ID باید فرض کنیم که سنسور دما ، فرستنده، و نمایش دهنده در فرآیند شامل می‌شوند.



همانطوری که شما در بالا می‌بینید این کنترل کنندها به شکل دایره نمایش داده شده‌اند. علاوه بر این هر کنترلر معرفی با پارامتری که کنترل میکند و در پیکان کنار آن لیست شده است. این کار موجب هر چه ساده تر شدن P&ID شده و این اجازه را به همه میدهد که اثر هر کنترلر را تفسیر کنند.

نقشه نمونه

در پایین یک نقشه نمونه P&ID که به طور واقعی در کاربردهای صنعتی به کار رفته است را مشاهده می‌کنید. مشخصا پیچیده تر از آنچه که در بالا آمده است اگر چه نمادها یکسان هستند.

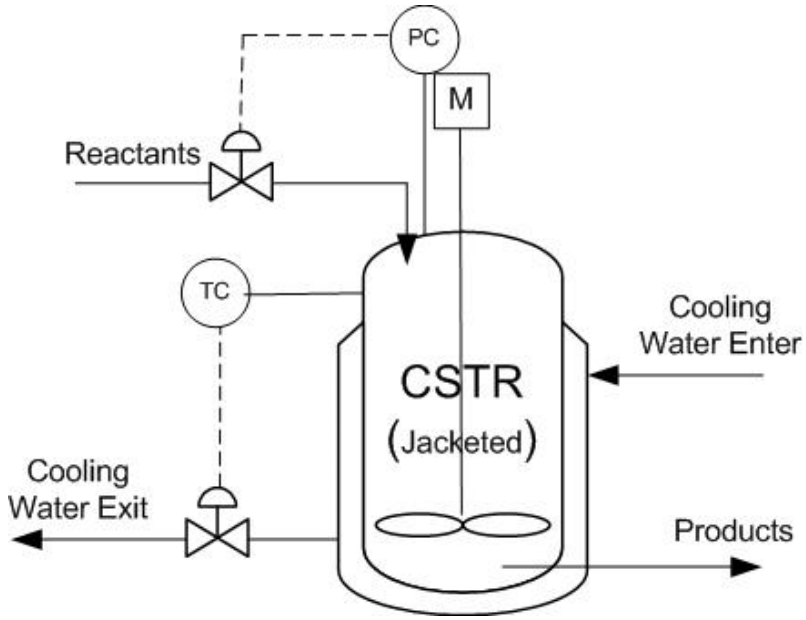


This sample P&ID is taken from Solar Rating & Certification Corporation website (www.solar-rating.org).
URL: http://www.solar-rating.org/commercial/documents/designmanual/ASHRAEDesignManualExampleSystemDesign.pdf
(diagram can be found on pg 37 of the online pdf file).

Figure B. Example System P&ID.

مثال ۱

فرآیند کنترلی زیر را تشریح کنید

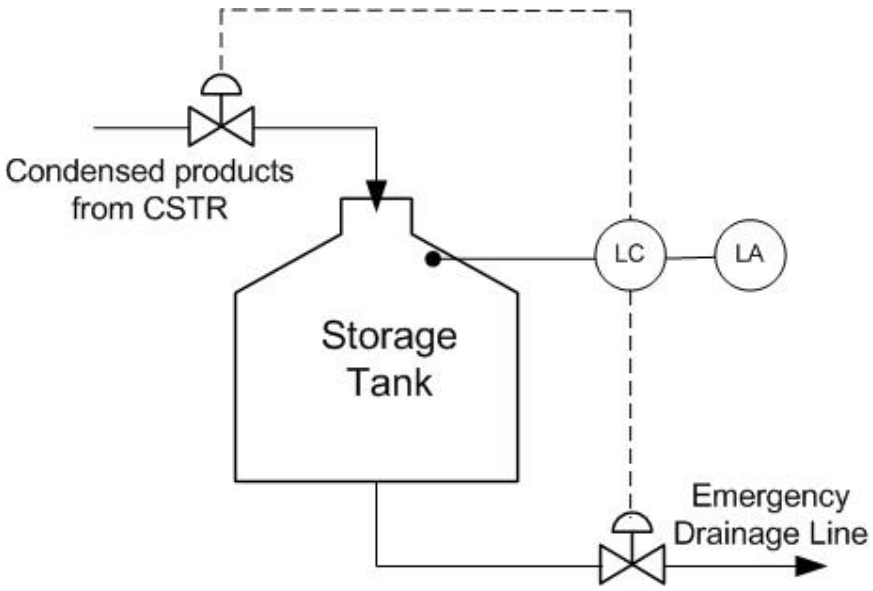


جواب: واکنش دهنده وارد یک CSTR غلاف دار می‌شود، جایی که واکنش اتفاق می‌افتد و ممحصولات از آن خارج می‌شود. رآکتور توسط آب خنک کننده خنک می‌شود. دمای درون رآکتور توسط یک کنترل کننده مانیتور می‌شود (کنترلر شامل سنسور، نمایش دهنده و فرستنده می‌باشد)، که به صورت الکتریکی شیر را کنترل می‌کند. شیر می‌تواند دبی آب خنک کننده را تغییر که در نتیجه منجر به کنترل دمای درون رآکتور می وشود. یک کنترل کننده فشار هم نیز نشان داده شده است که بازخورد آن به شیر ورودی باز می‌گردد. بنابراین ما می‌توانیم نتیجه بگیریم این واکنش در فاز گازی است تقریبا و اگر CSTR خیلی پر شود شیر ورودی بسته خواهد شد.

مثال ۲

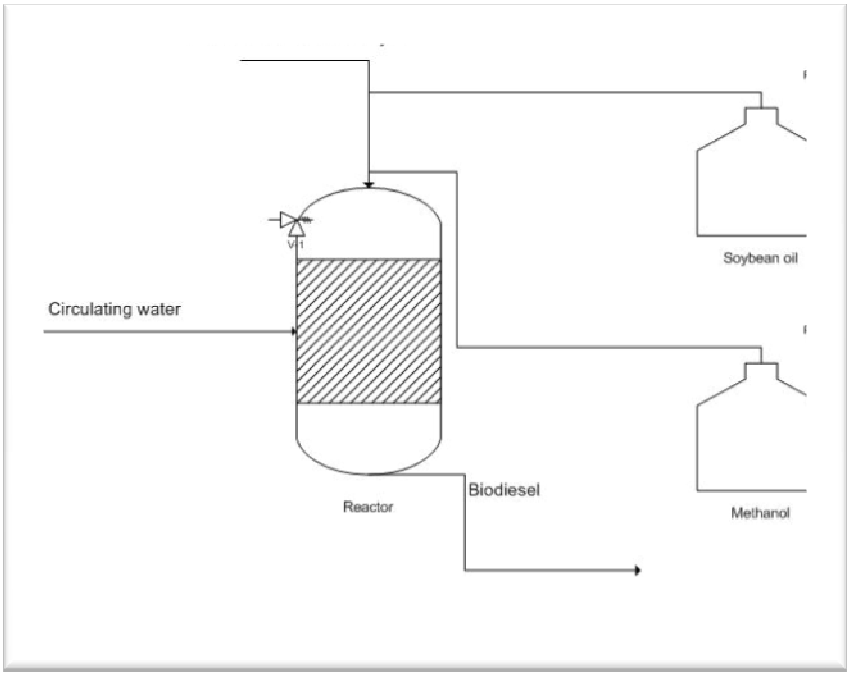
برای فرآیند زیریک P&ID بکشید.

یک تانک ذخیره که با محصولات کندانس شده از CSTR مثال ۱. تانک شامل کنترل کننده سطح در آخر انتهای مخزن است. اگر این تانک پر شود مواد در رآکتور لخته می‌شوند. بنابراین اگر تانک ۹۰٪ ظرفیتش پر بشود کنترل کننده سطح سیگنالی الکتریکی می‌فرستد، که یک خروجی اضطراری را که در انتهای تانک قرار دارد را باز می‌کند. کنترل کننده سطح همچنین زنگ خطر را به معنای وجود مشکل در تانک را فعال می‌کند و در آخر کنترل کننده سطح شیر ورودی را می‌بندد.

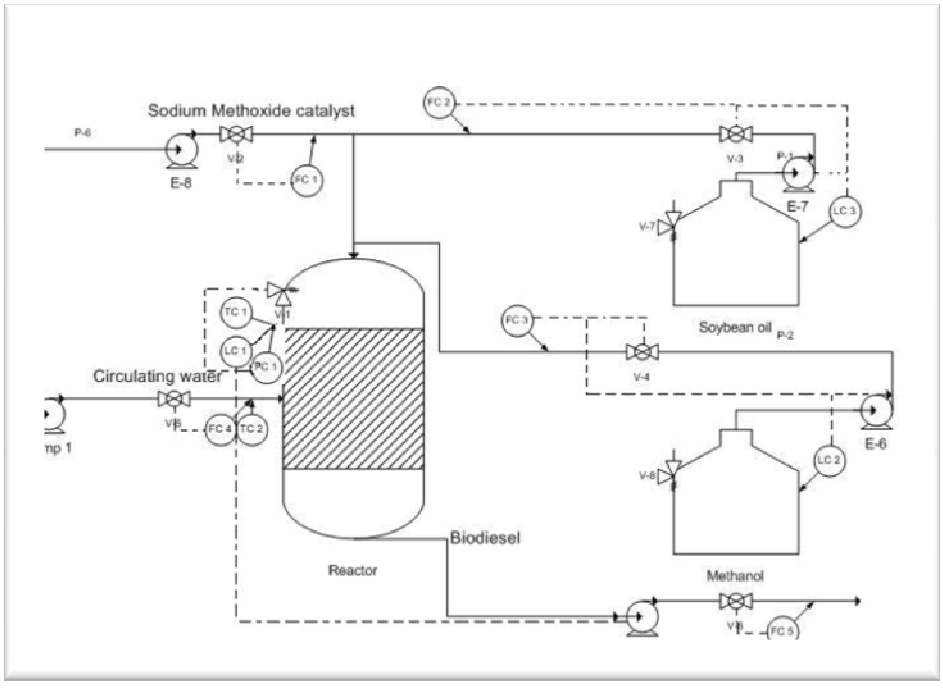


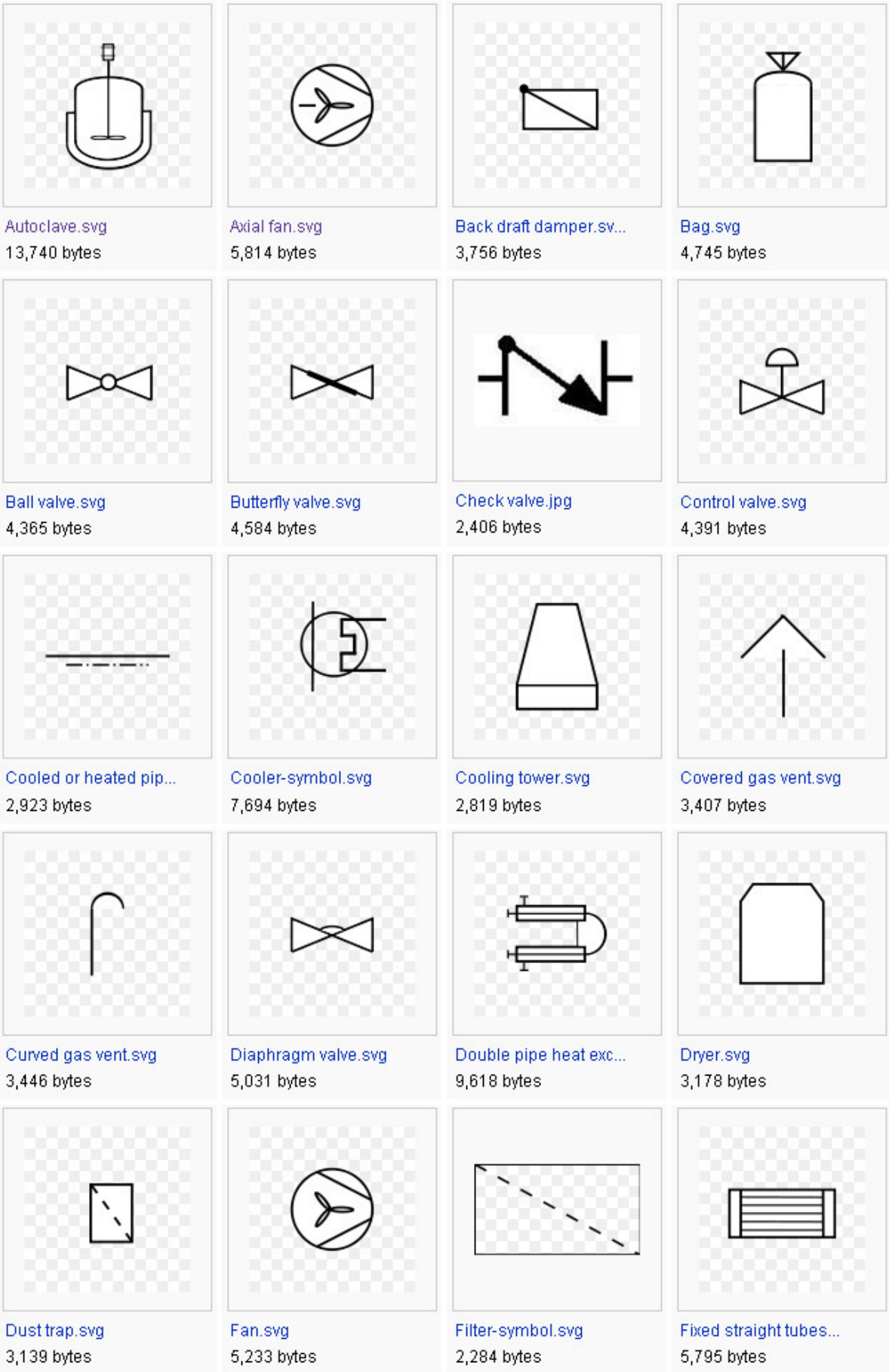
مثال ۳

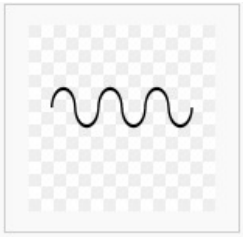
در پایین نقشه P&ID فرآیند transesterification برای تولید Biodiesel را مشاهده می کنید. روغن Soy Bean ، متانول و کاتالیست سدیم متاکساید sodium methoxide به درون رآکتور پمپ می‌شود. دمای رآکتور با چرخه آب تنظیم می‌شود. سپس Biodiesel حاصله پمپ می‌شود به بیرون از رآکتور و به سمت دیگر فرآیندها می‌رود تا فروخته شود. در پایین P&ID فرآیند که در آن شیرها، پمپ‌ها و سنسورها جا انداخته شده‌اند. پمپ‌ها، شیرها و سنسورهای لازم جهت انجام موفقیت آمیز فرآیند را به آن اضافه کنید.

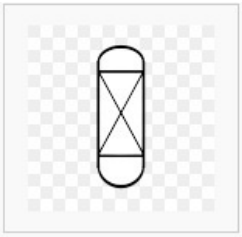


راه حل:

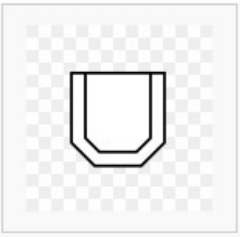



Autoclave.svg
13,740 bytes
Axial fan.svg
5,814 bytes
Back draft damper.sv...
3,756 bytes
Bag.svg
4,745 bytes
Ball valve.svg
4,365 bytes
Butterfly valve.svg
4,584 bytes
Check valve.jpg
2,406 bytes
Control valve.svg
4,391 bytes
Cooled or heated pip...
2,923 bytes
Cooler-symbol.svg
7,694 bytes
Cooling tower.svg
2,819 bytes
Covered gas vent.svg
3,407 bytes
Curved gas vent.svg
3,446 bytes
Diaphragm valve.svg
5,031 bytes
Double pipe heat exc...
9,618 bytes
Dryer.svg
3,178 bytes
Dust trap.svg
3,139 bytes
Fan.svg
5,233 bytes
Filter-symbol.svg
2,284 bytes
Fixed straight tubes...
5,795 bytes

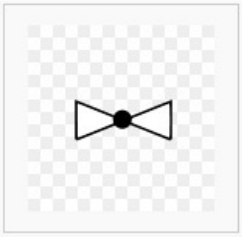

Flexible pipe.svg
6,100 bytes

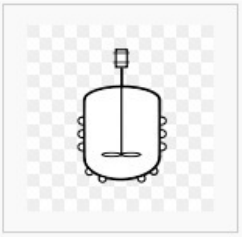

Fluid contacting col...
9,715 bytes

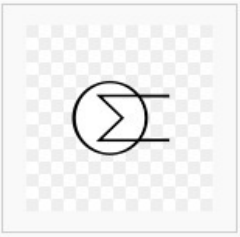
Funnel.svg
3,391 bytes


Furnace.svg
4,185 bytes

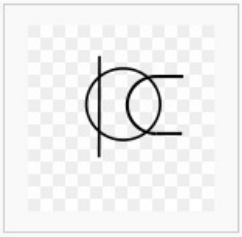
Gas bottle.svg
5,264 bytes

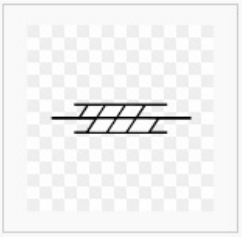

Globe valve.svg
4,516 bytes


Half pipe reactor.sv...
22,510 bytes

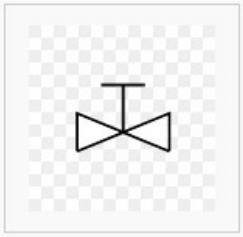

Heat exchanger no cr...
4,066 bytes

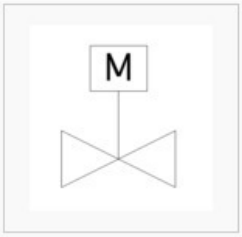
Heat exchanger with ...
4,268 bytes


Heater-symbol.svg
6,629 bytes

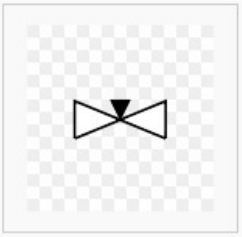

Insulated pipe.svg
13,392 bytes

Jacketed pipe.svg
3,390 bytes


Manual valve.svg
4,857 bytes



Motor op Sym.png
4,544 bytes


Needle valve.svg
4,858 bytes

Pipe.svg
2,320 bytes

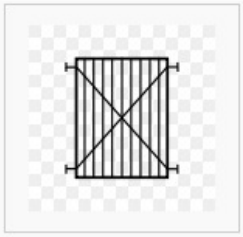
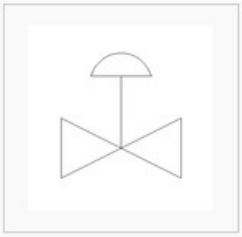
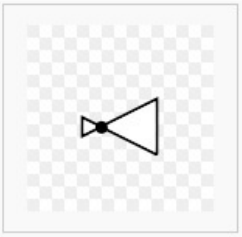
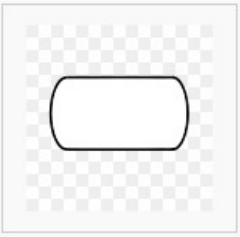
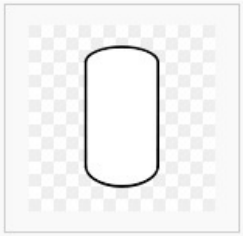


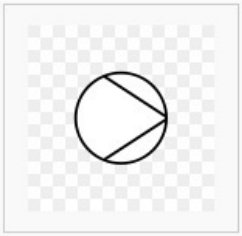
Plate heat exchanger...
11,971 bytes


Pneumatic Sym.png
3,245 bytes

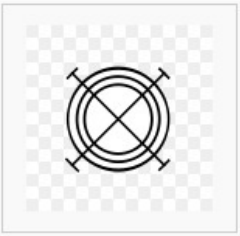

Pressure reducing va...
5,008 bytes

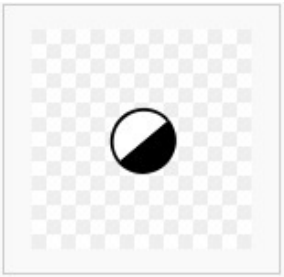

Pressurized vessel h...
5,070 bytes


Pressurized vessel v...
5,062 bytes

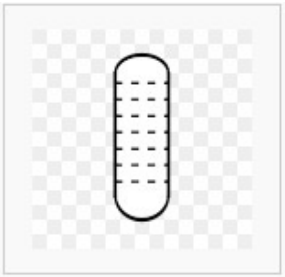

Pump.svg
3,487 bytes

Radial fan.svg
5,751 bytes

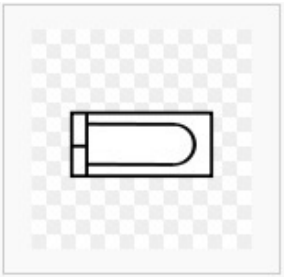

Spiral heat exchange...
5,691 bytes



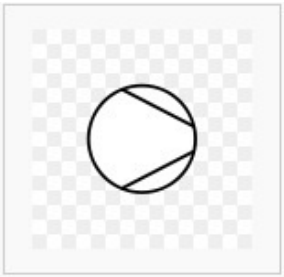
Steam trap.svg
3,580 bytes



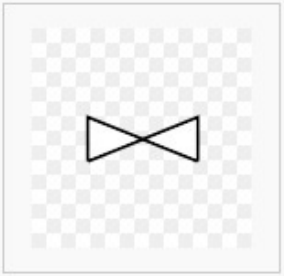
Tray column.svg
14,514 bytes



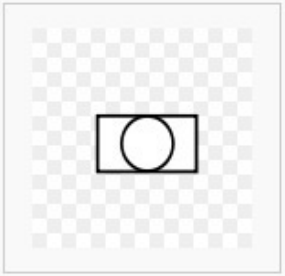
U shaped tubes heat ...
4,885 bytes



Vacuum Pump or Compr...
3,507 bytes



Valve.svg
3,684 bytes



Viewing glass.svg
3,276 bytes