

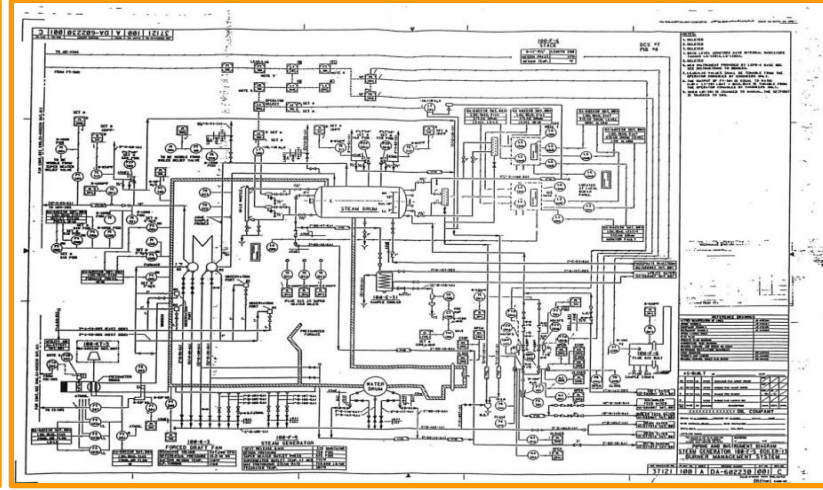
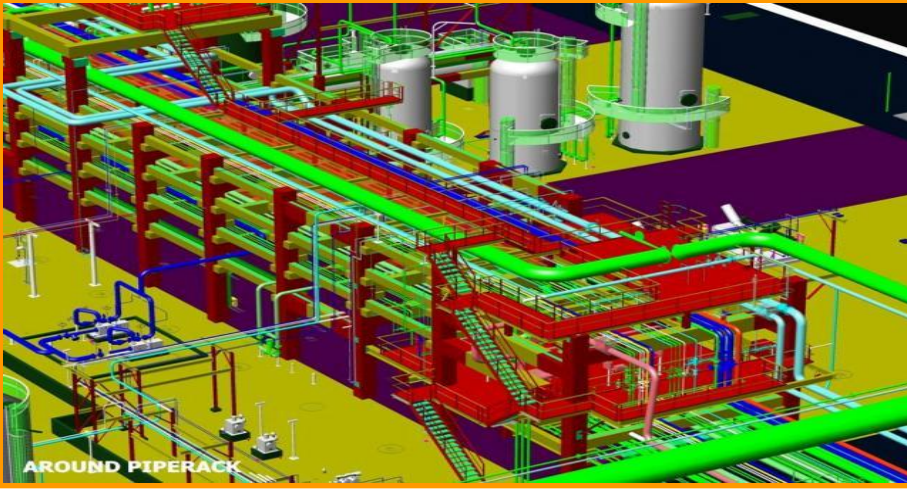
Borulandırma ve Enstrümantasyon Diyagramları

(Piping and Instrumentation Diagram, P&ID)





Borulandırma ve Enstrümantasyon Diyagramları



- Borulandırma ve enstrüman diyagramları (P&I diagram: Piping and Instrumentation) proses tasarımının son basamağıdır ve tesisin inşasında bir rehber olarak hizmet verir.
- Proses akım diyagramları, ekipmanların ve büyük ara bağlantı parçalarının düzenlenmesini gösterir.
- Borulandırma ve enstrüman diyagramları ise, ekipmanların, cihazların, borulandırmanın, vanaların, bağlantıların ve onların düzenlenmesinin mühendislik detaylarını gösterir ve **MÜHENDİSLİK AKIM ŞEMALARI** veya **MÜHENDİSLİK ÇIZGI DİYAGRAMLARI** olarak da adlandırılır.



P&I Diyagramlarının İçeriği

1. Prosesin tüm ekipmanlarına bir ekipman numarası verilir. Ekipmanın orantılı olarak düzgün bir Şekilde izilmesi ve nozulların yerlerinin gösterilmesi gerekir.
2. Boruların tümüne ayrı bir hat numarası verilir. Boru lleri ve yapı malzemesinin gösterilmesi gerekir. Malzeme hat tanıtım numarasını kısmi olarak içerebilir.
3. Tüm vanalara ayrı bir tanıtım numarası verilir. Tipi ve büyüklüğünün gösterilmesi gerekir. Vana tipi, vana için kullanılan bir sembol veya içerdiği vana numarası için kullanılan kod ile gösterilebilir.
4. Gözetleme camı, süzgeç ve buhar tuzakları gibi borulandırma sisteminin iç hat parçaları olan yardımcı bağlantılara ayrı bir tanıtım numarası verilir.
5. Pompalara uygun bir kod numarası verilir.
6. Tüm kontrol devrelerine ve enstrümanlarına ayrı bir numara verilir.

P&ID prosesin akım Şemasını andırır, fakat proses bilgileri gösterilmez. Her iki diyagramda da aynı ekipman için aynı tanıtım numaralarının kullanılması gerekir.



Borulandırma ve Enstrumantasyon Diyagramlarında **BULUNANLAR**

EKİPMAN

- Yedek birimler
- Paralel birimler
- Her birimin detay özetleri

BORULANDIRMA

- Büyüklük (kullanılan standart ölçü)
- Şedül (kalınlık)
- Yapı malzemesi
- Yalıtım (kalınlık ve tip)

CİHAZLAR

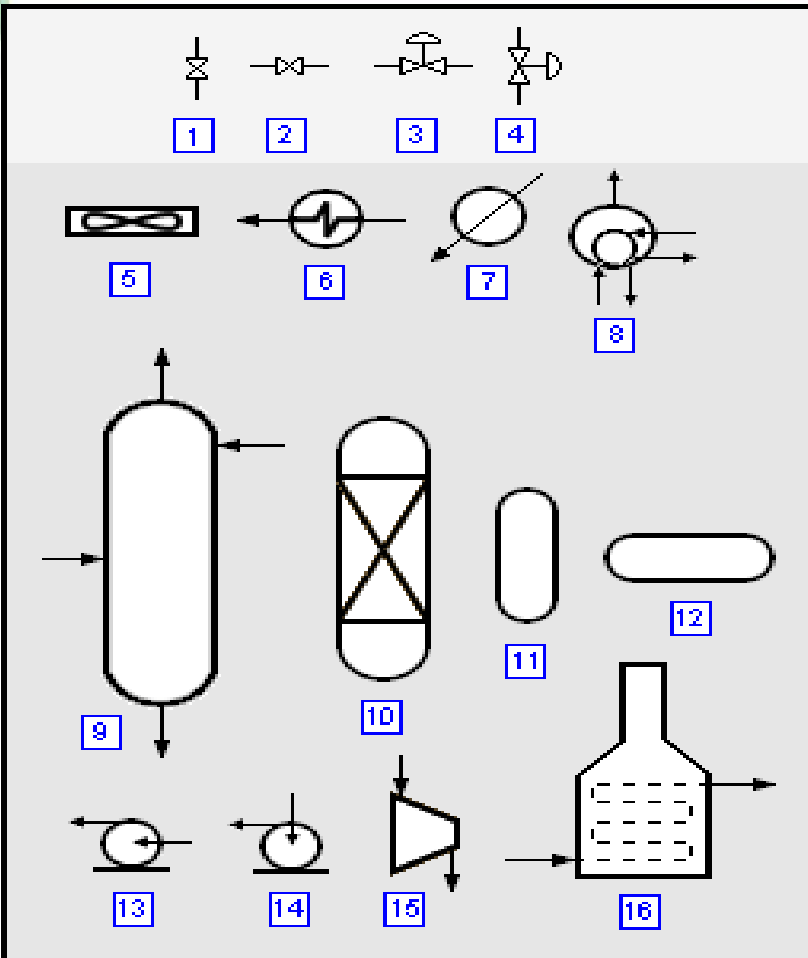
- Göstergeler
- Kaydediciler
- Kontrol ediciler
- Cihaz hatları gösterimi

Borulandırma ve Enstrumantasyon Diyagramlarında **BULUNMAYANLAR**

- İşletme koşulları, T, P
- Akım akış değerleri
- Cihaz yerleşimleri
- Boru yolları
 - a. Boru boyu
 - b. Boru bağlantıları
- Destekler, yapılar, kurumlar



Semboller ve yerleşim (Symbols and layout)



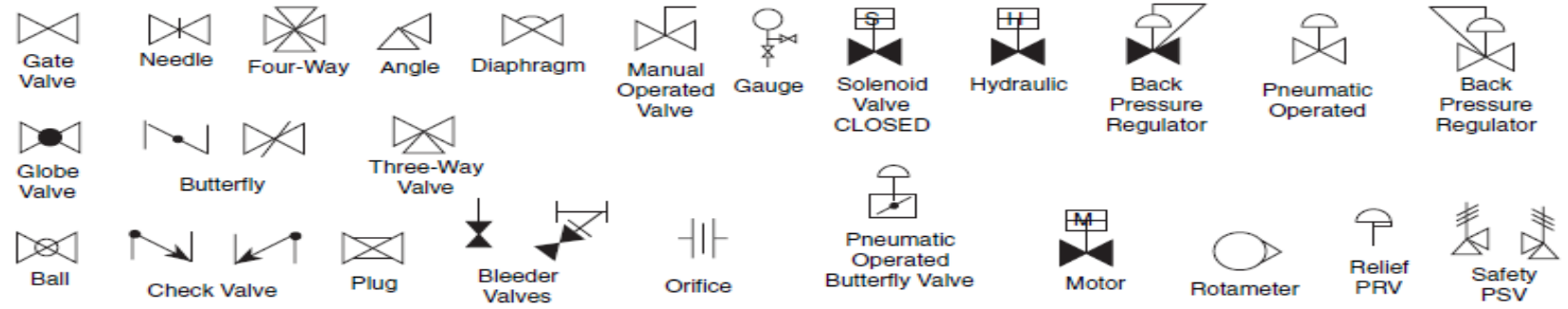
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1: Valve | 9: Distillation column |
| 2: Valve | 10: Packed column |
| 3: Control valve | 11: Drum |
| 4: Control valve | 12: Drum |
| 5: Air-cooled condenser | 13: Pump |
| 6: Heat exchanger | 14: Pump |
| 7: Heat exchanger | 15: Gas compressor |
| 8: Reboiler | 16: Fired heater |

- Ekipmanları, vanaları, enstrumanları ve kontrol devrelerini göstermek için kullanılan semboller belirli bir tasarım ofisinin deneyimine bağlıdır. Ekipman sembolleri genellikle proses akım şemalarında kullanılanlardan daha ayrıntılıdır .

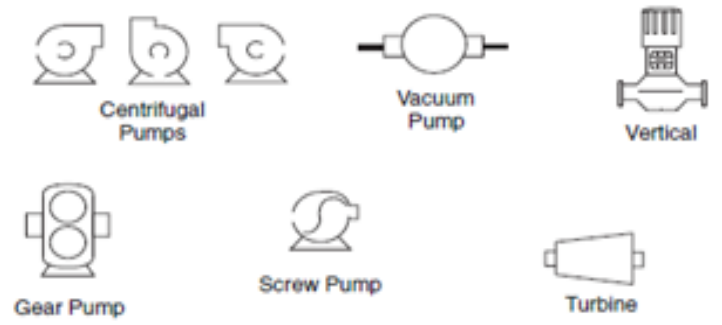
- Vanalar, kontrol vanaları, pompalar, reaktörler, çeşitli kaplar ve ayırma kolonları gibi ekipmanlar için uluslararası (ISA) ve bazı devletler için ulusal (İngiliz standartları (BS 1646, Austin 1979 ve Amerikan ANSI) standart semboller geliştirilmiştir.



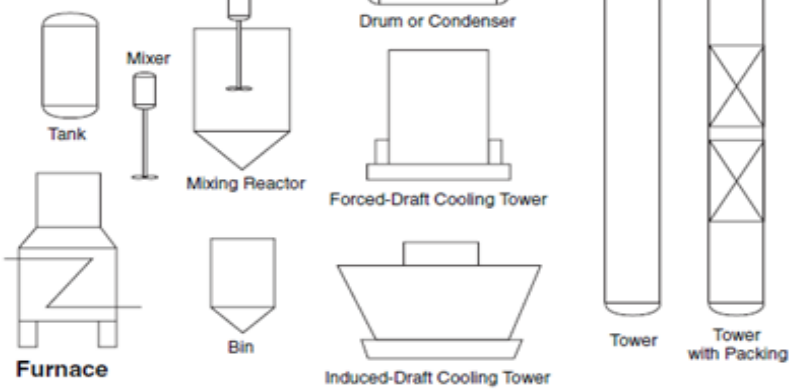
VALVES



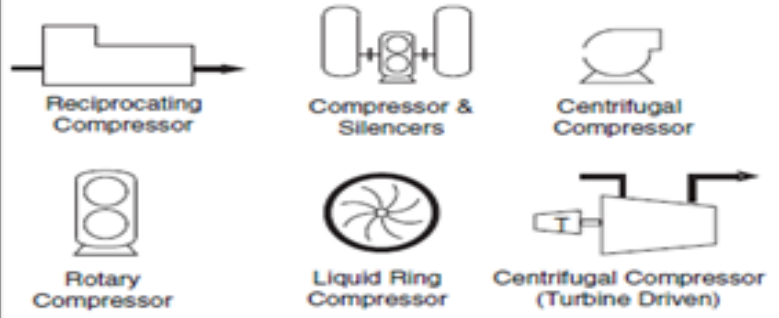
PUMPS & TURBINE



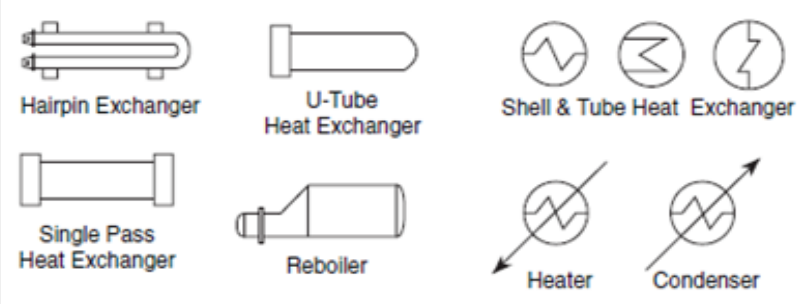
VESSELS



COMPRESSORS



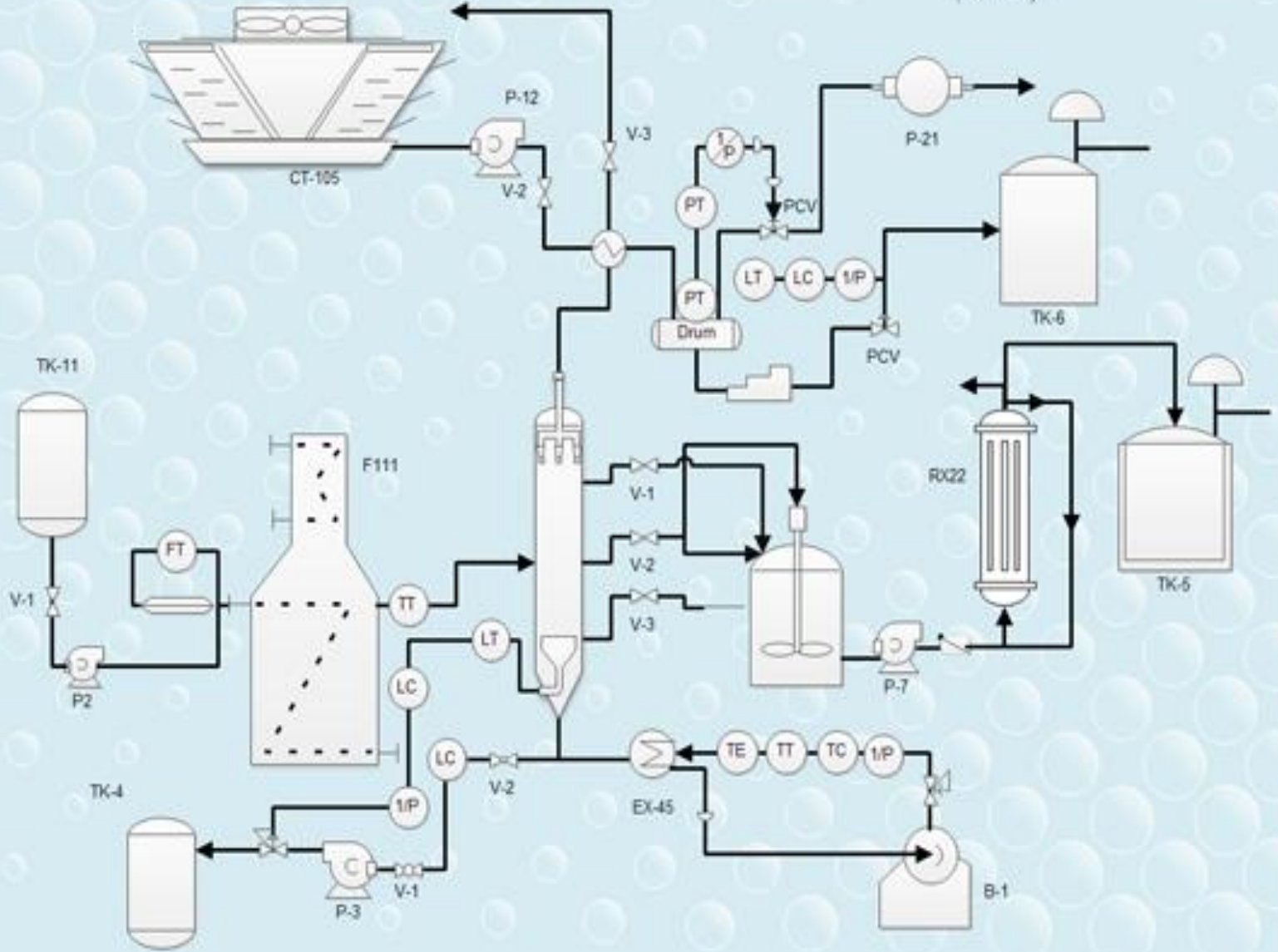
HEAT EXCHANGERS





Örnek borulandırma ve entrumantasyon diyagramı

Process and Instrument Diagram (P&ID)

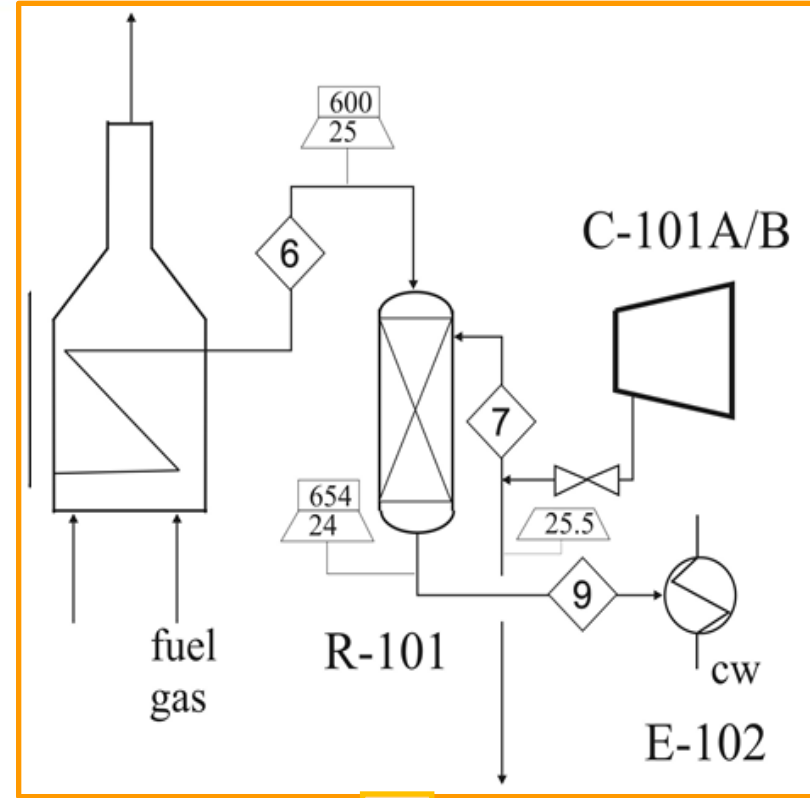


Tanıtıcı Yazılar : Ekipmanları

Genel Format : XX-YYY A/B/...

- ◆ **XX** : Ekipmanın 1 veya 2 harf ile gösterimi
- ◆ **Y** : 1 veya 2 digit birim numarası (1-99)
- ◆ **ZZ** : Birimdeki ekipman numarası (1-99)
- ◆ **A/B/...** yedek malzemenin varlığını gösterir.

- ◆ **P**- Pompa (Pump)
- ◆ **E**- Isı deęiřtirici (Heat Exchanger)
- ◆ **H**- Yakıtlı ısıtıcı (Fired Heater)
- ◆ **V**- Kap (Vessel)
- ◆ **R**- Reaktör (Reactor)
- ◆ **T**- Kule (Tower)
- ◆ **TK**- Depolama tankı (Storage Tank)
- ◆ **C**- Kompresör veya Türbin (Compressor or Turbine)



Ünite ve ekipman kodlamaları 101 numaradan başlar, akış hatlarına göre aynı hat üzerindeki üniteler 101, 102, 103, 104..... olarak devam eder. Farklı hatta geçildiğinde kodlama kademesi 100 birim artırılarak 201, 202, 203.... olarak devam eder,

Pompalar: P-101, P-102, P-103, P-201, P-301.... olarak kodlanır.

Reaktörler : R-101, R-102, R-103, R201, R301.... olarak kodlanır.

R-101 : 100 birimde veya hattındaki 1. reaktör

T-905 : 900 biriminde veya hattındaki 5. kule

P-301 A/B : 300 biriminde 1. Pompa artı yedekli



Tesiste ölçülebilen tüm proses bilgileri, P&ID üzerinde bir daire işareti ile gösterilir. Bu işaret, proses kontrol devrelerinde kullanılan ve kaydedilen bilgileri içerir. Diyagram üzerindeki daireler proste elde edilen bilgilerin bulunduğu yeri ve alınan ölçümlerin tanıtımını ve nasıl bir bilgi temin ettiğini gösterir.

P&I diyagramlarının çiziminde prosesin tasarımını ve proses kontrolünü iyi bilen uzman kişiler görev alırlar. Proses için, kontrol sistemlerinin belirlenmesinde proses akım şemaları önemlidir. Proses kontrol sistemlerine göre de enstrümantasyonun hazırlanması gerekir.

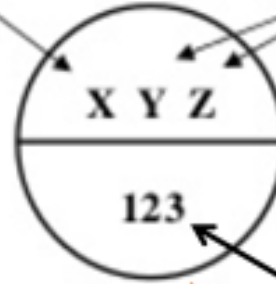
İlk harfi **ölçülen değişkenleri** belirtmek için kullanılır

Pressure : *Basınç*

Level : *Seviye*

Flow : *Akış*

Temperature : *Sıcaklık*



Sonraki harfler **bileşenin işlevini belirlemek** veya ilk harfin anlamını değiştirmek için kullanılır

Indicator : *Gösterge*











Recorder : *Kaydedici*

Controller : *Kontrol edici*

Transmitter : *Sinyal Dönüştürücü*

Kontrol devresi / hat numarası

İLK HARF (X)	İKİNCİ (Y) VEYA ÜÇÜNCÜ HARF (Z)
A Analiz	Alarm
B Fırın alevi	
C İletkenlik	Kontrol
D Yoğunluk	
E Voltaj	Eleman
F Akış hızı	
H El (Elle başlama)	Yüksek
I Akım	Gösterge
J Güç	
K Zaman	Kontrol hali
L Seviye	Hafif veya düşük
M Nem veya nemlilik	Orta veya ara
O	Orifis
P Basınç veya vakum	Nokta
Q Miktar veya olay	
R Radyoaktivite	Kayıt veya Yazma
S Sürat veya frekans	Anahtar
T Sıcaklık	Transmitter
V Viskozite	Vana, durdurucu
W Ağırlık	Memba
Y	Gecikme veya hesaplama
Z Pozisyon	Sürücü

	Tesise yerleştirilen cihaz	Kontrol odasındaki panelin önüne yerleştirilen cihaz	Bir alt panele veya uzaktan kumandalı yerleştirme	Kontrol odasındaki panelin arkasına yerleştirilen cihaz
Cihazlar	 ★★★★★	 ★★★★★	 ★★★	 ★★
Bilgisayar Ekranında Grafik	 ★	 ★★★★★	 ★★★	 ★★
Bilgisayar Fonksiyonları	 ★			
PLC/DCS Fonksiyonları	 ★			



Enstrimantasyon (Cihaz) çeşitleri

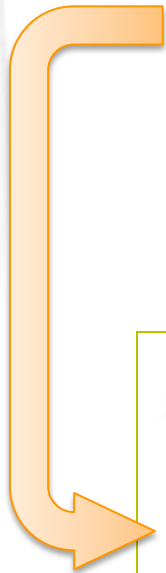
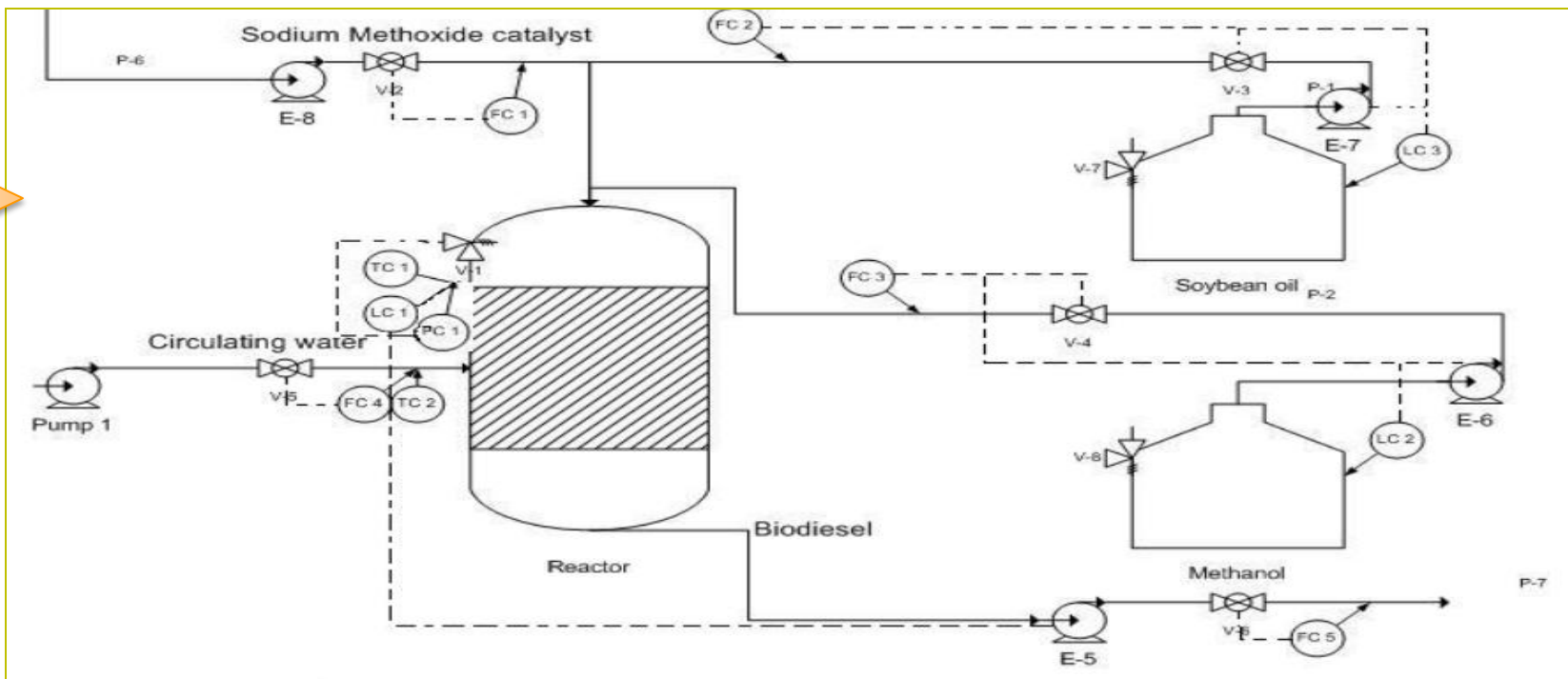
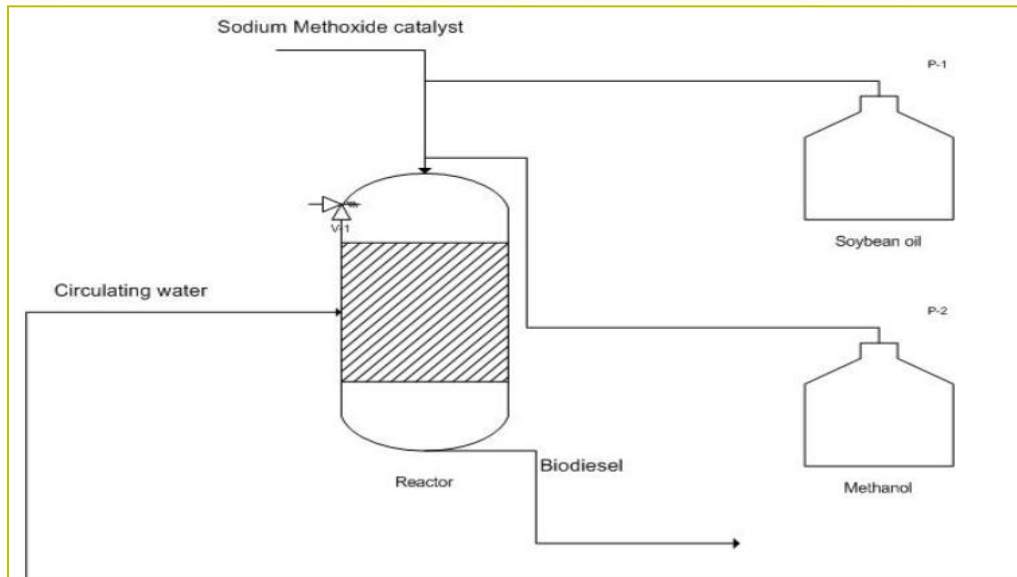
Ölçülen Özellik	İlk harf	Gösterge (I)	Kayıt (R)	Kontrol (C)	Gös. Kon. (IC)	Kay.Kon. (RC)
Akış hızı	F	FI	FR	FC	FIC	FRC
Sıcaklık	T	TI	TR	TC	TIC	TRC
Basınç	P	PI	PR	PC	PIC	PRC
Seviye	L	LI	LR	LC	LIC	LRC
Boyutlar	U	UI	UR	UC	UIC	URC
Kalite, analizler	Q	QI	QR	QC	QIC	QRC
Işınım	R	RI	RR	RC	RIC	RRC
Hız	S	SI	SR	SC	SIC	SRC
Ağırlık	W	WI	WR	WC	WIC	WRC
Herhangi bir özellik	X	XI	XR	XC	XIC	XRC

Not:

1. A, alarm için eklenir ve alarmın üst değeri H, alt değeri L ile simgelenir
2. Farkı göstermek için D kullanılır. Örnek: PD basınç farkını gösterir.
3. İkinci harfte F olursa oranı gösterir. Örnek: FFC akış oranı kontrolü demektir.



P&I Diyagramlarının Oluşturulması



Örnek

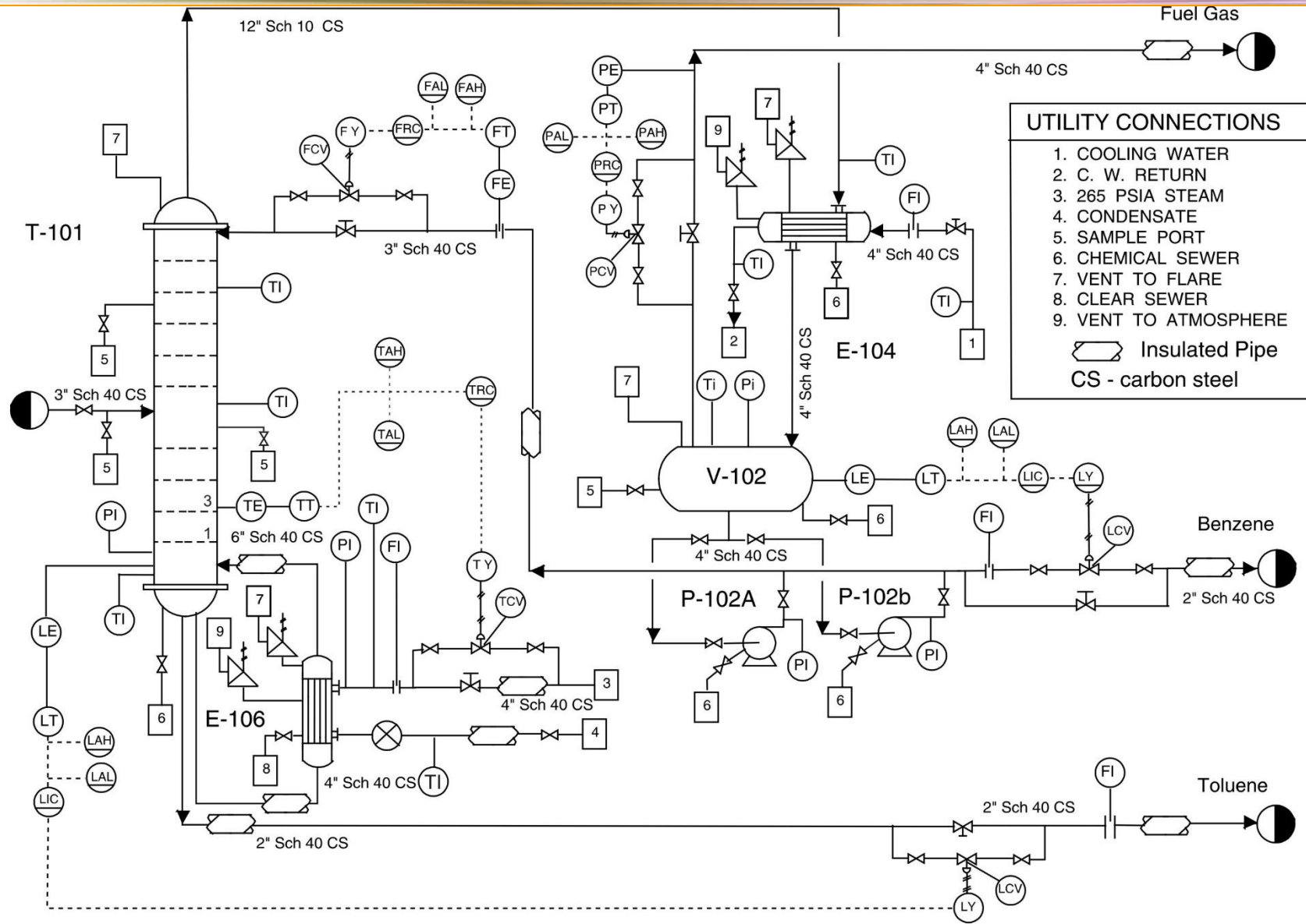


Figure 1.7 : Piping and Instrumentation Diagram for Benzene Distillation (adapted from Kauffman, D, Flow Sheets and Diagrams," AIChE Modular Instruction, Series G: Design of Equipment, series editor J. Beckman, AIChE, New York, 1986, vol 1, Chapter G.1.5, AIChE copyright © 1986 AIChE, all rights reserved)

Cihaz kullanımı ve Kontrol Amaçları

Enstrumantasyon ve kontrol şemasını saptarken, tasarımcının birincil konusu:

Hedefler;

1. Güvenlik
2. Üretim
3. Ürün kalitesi
4. Maliyet

Güvenli tesis işletimi:

- Proses değişkenlerini bilinen güvenli işletim sınırları içinde tutmak
- Oluşan tehlikeli durumları tespit etmek, alarm ve otomatik kapatma sistemleri sağlamak.
- Tehlikeli işletim yöntemlerini önlemek için bağlantı ve alarmlar kurmak

Üretim : Tasarım ürün çıktısını başarmak

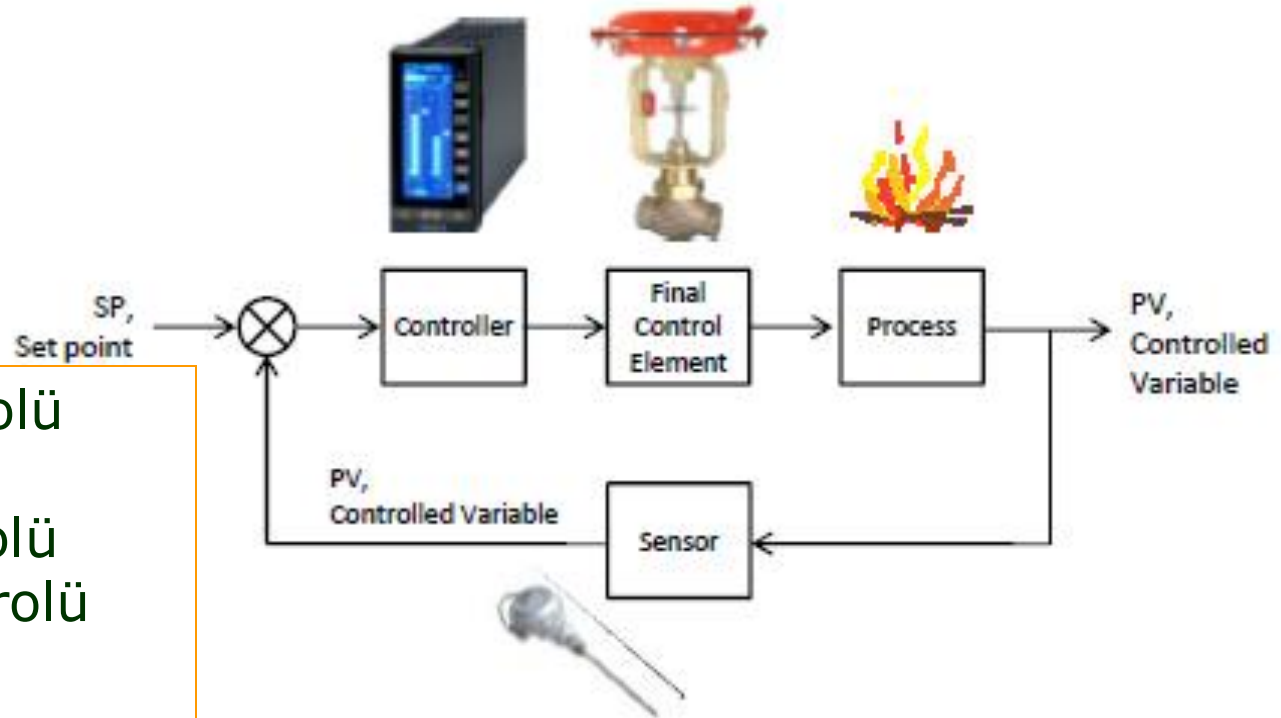
Ürün kalitesi : Belirli kalite standardı içinde ürün bileşimini sağlamak

Maliyet : Diğer konulara eşit en düşük ürün maliyetinde işletmek

Tipik bir kimyasal proses tesisinde bu konular, otomatik kontrol, manuel izleme ve laboratuvar analizleri ile başarılır.

P&I Diyagramlarında Otomatik kontrol devreleri

- Seviye kontrolü
- Akış kontrolü
- Basınç kontrolü
- Sıcaklık kontrolü
- Hız kontrolü



Kontrol edici: P, PID, fuzzy kontrol ve bilgisayar kontrol rutinleri vb.

Son kontrol elemanı : Hemen hemen bütün kimyasal proses kontrol devrelerinde son kontrol elemanı vanadır. Ayrıca, triyak ve DC motor da olabilir.

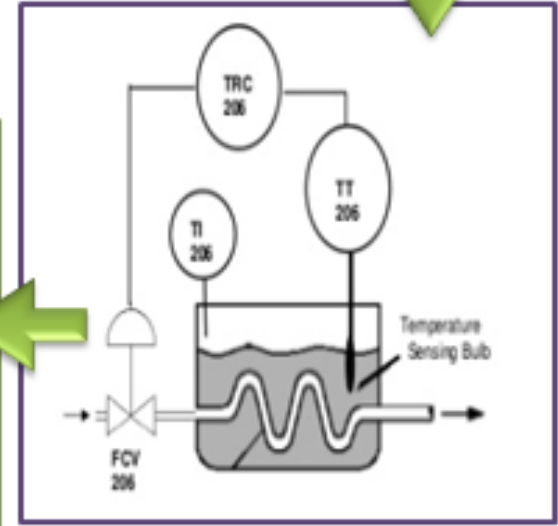
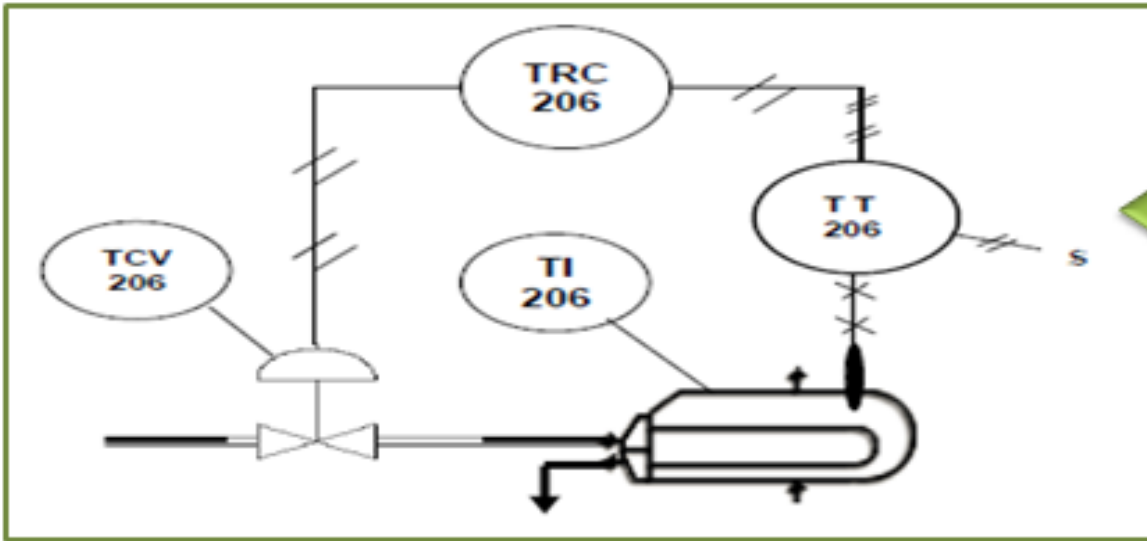
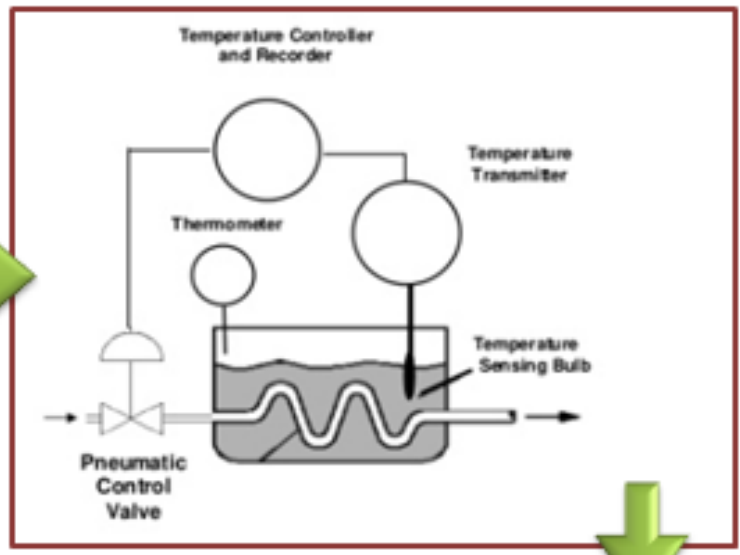
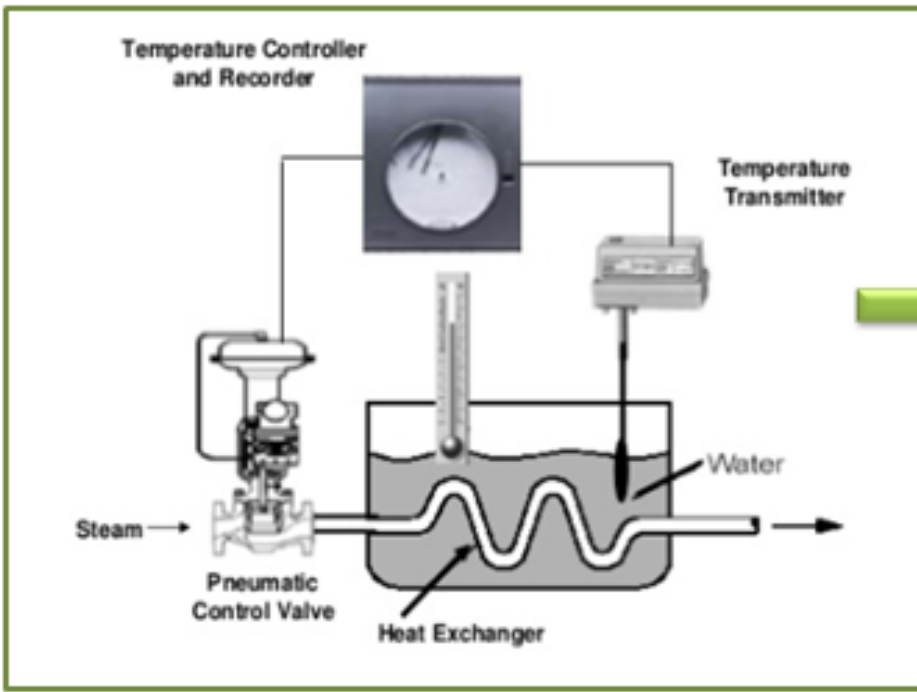
Proses : Reaktör, destilasyon kolonu buharlaştırıcı, sıcak su tankı vb..

Sensör : Kontak termometre, rezistans termometre, ısıl çift, basınç sensörleri, akış ölçerler vs...

Set noktası : Prosesin tutulmak istenilen değeri (Sıcaklık 350 °C de sabit gibi)

Kontrollü değişken : Sensörün ölçtüğü değişken (Sıcaklık, basınç vs...)

Proses Kontrol devresinin oluşturulması

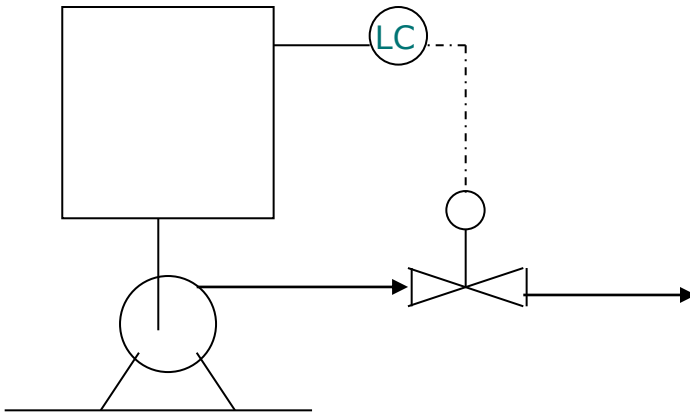




Örnek otomatik kontrol devreleri

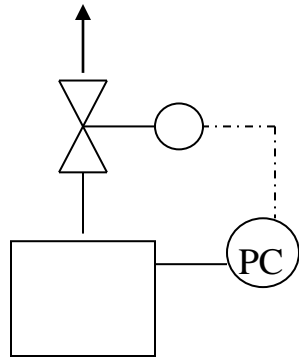
- Seviye kontrolü

Kolonun tabanındaki seviye kontrolü için tipik bir düzenleme gösterilmiştir. Pompa boşaltma hattı üzerinde bir kontrol vanasının yer alması gerekir.



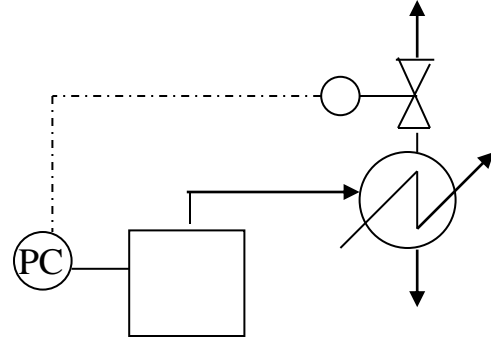


Basınç kontrolü



Basınç kontrolü, buhar veya gaz kullanılan pek çok sistem için gereklidir. Kontrol metodu, prosesin doğasına bağlıdır.

Doğrudan boşaltma ile basınç kontrolü

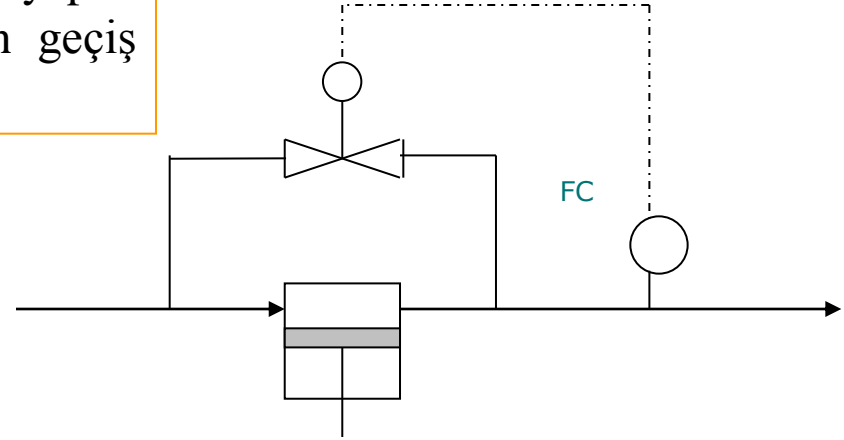


Yoğuşturucudan sonra yoğuşmayanların boşaltılması

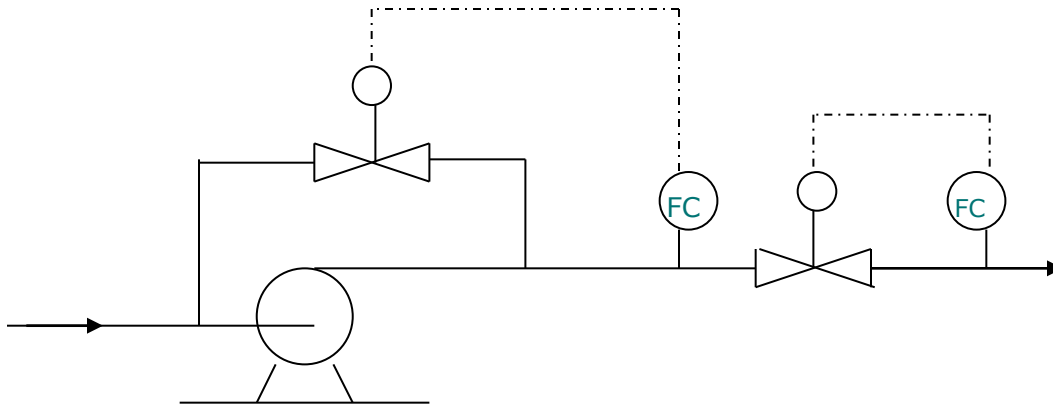


Akış Kontrolü

Akış kontrolü sağlamak için sabit hızda çalışan ve yaklaşık sabit hacimde çıkış yapan bir kompresör veya pompada bir yan geçiş (by-pass) kontrolü kullanılmalıdır.



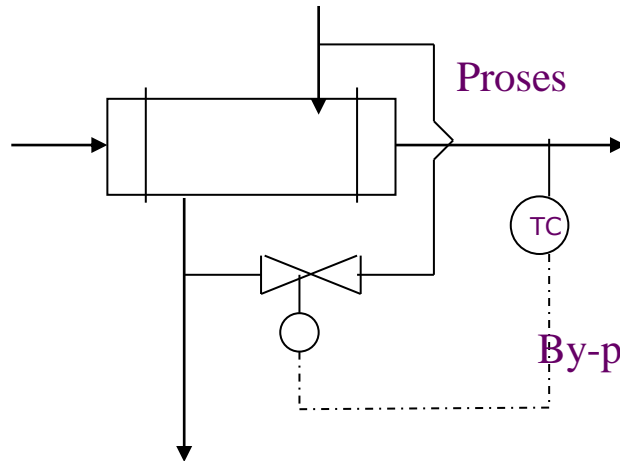
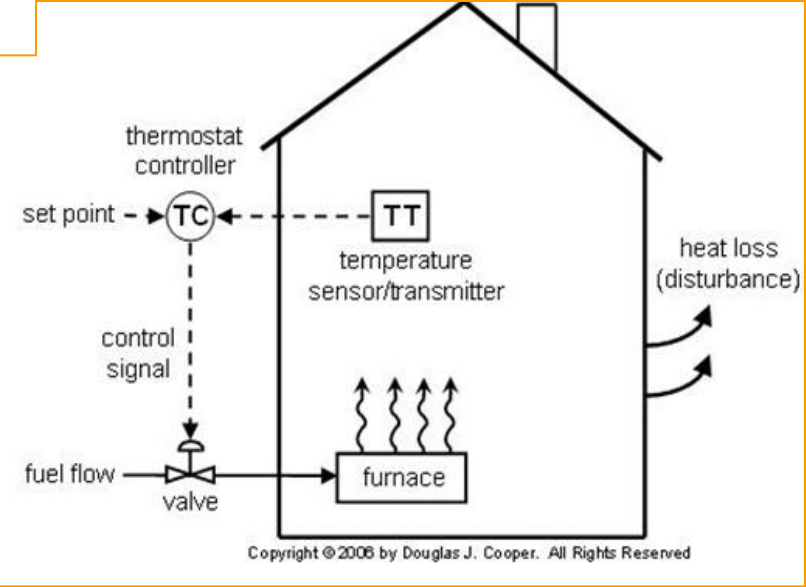
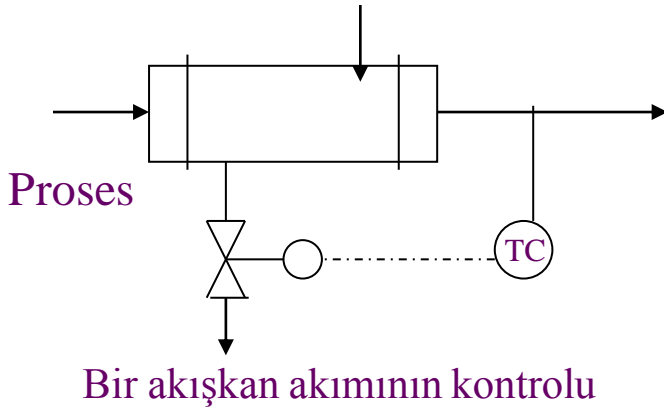
Emme-basma pompa için akış kontrolü



Bir santrifüj kompresör veya pompa için alternatif şema

Sıcaklık kontrolü

Soğutma veya ısıtma ortamı akışının değişimi ile sıcaklık kontrolü konusundaki en basit düzenlemeyi gösterir.

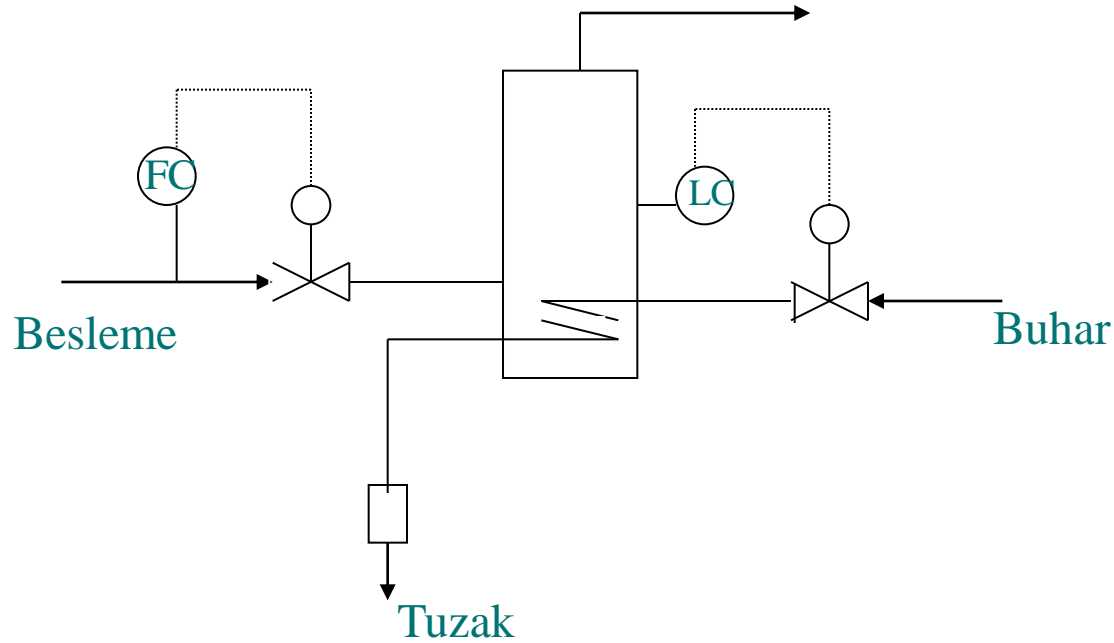


Eğer, alışveriş iki sabit akışlı proses akımı arasında ise, by-pass kontrol kullanılır.



Kaynatıcı ve buharlaştırıcı kontrolü

Buharlaştırıcılar için sıklıkla seviye kontrolü kullanılır. Şekilde görüldüğü gibi akış kontrolü üzerindeki buharlaştırıcıya beslenen sıvı akış hızı ve kontrol edici ısıtma yüzeyine gönderilen buharın miktarını ayarlayarak seviye kontrol edilmektedir

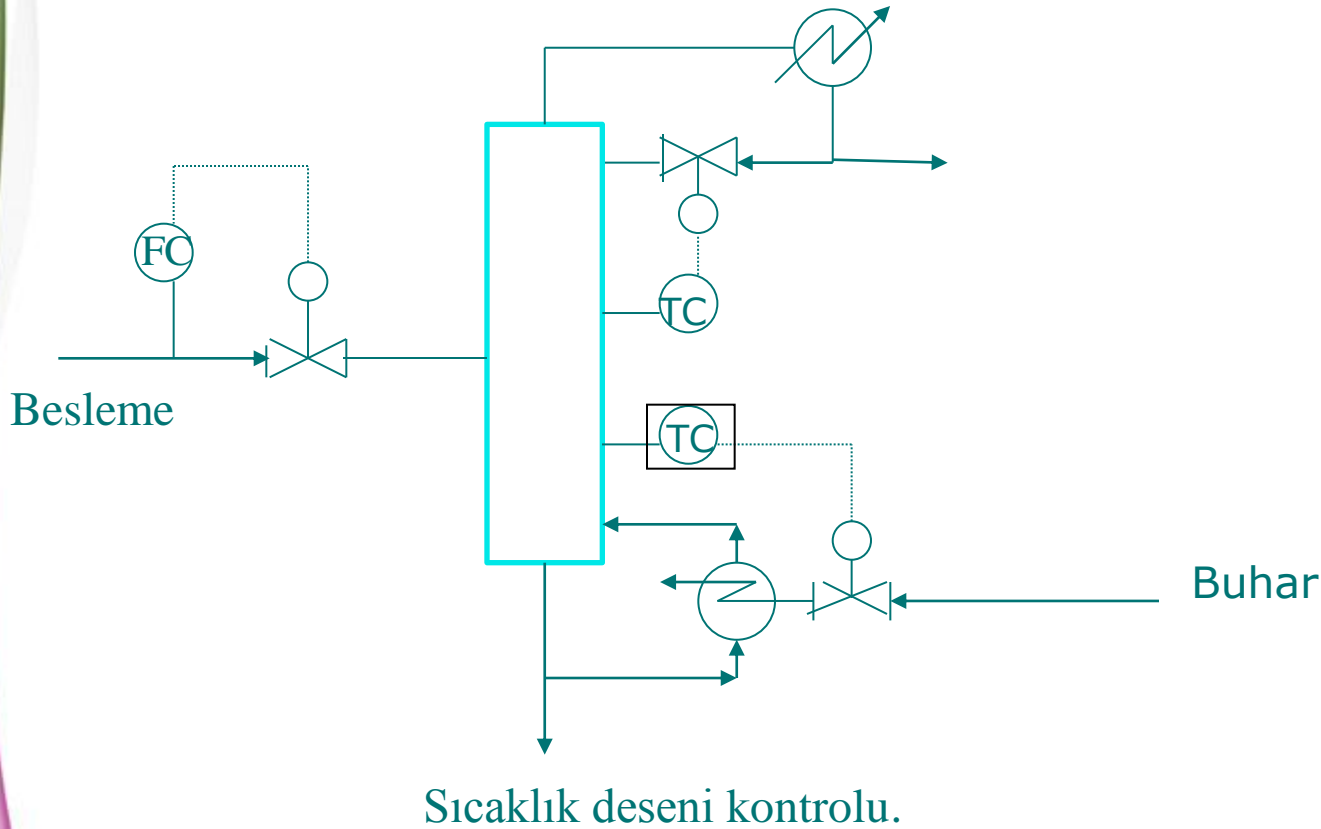


Buharlaştırıcı Kontrol



Damıtma Kolonu Kontrolü

Damıtma kolonu kontrolünün temel konusu, üst ve alt ürünün belirli bir bileşimini ve yan akımlarda bozulanların etkisini düzelterek temin etmektir.

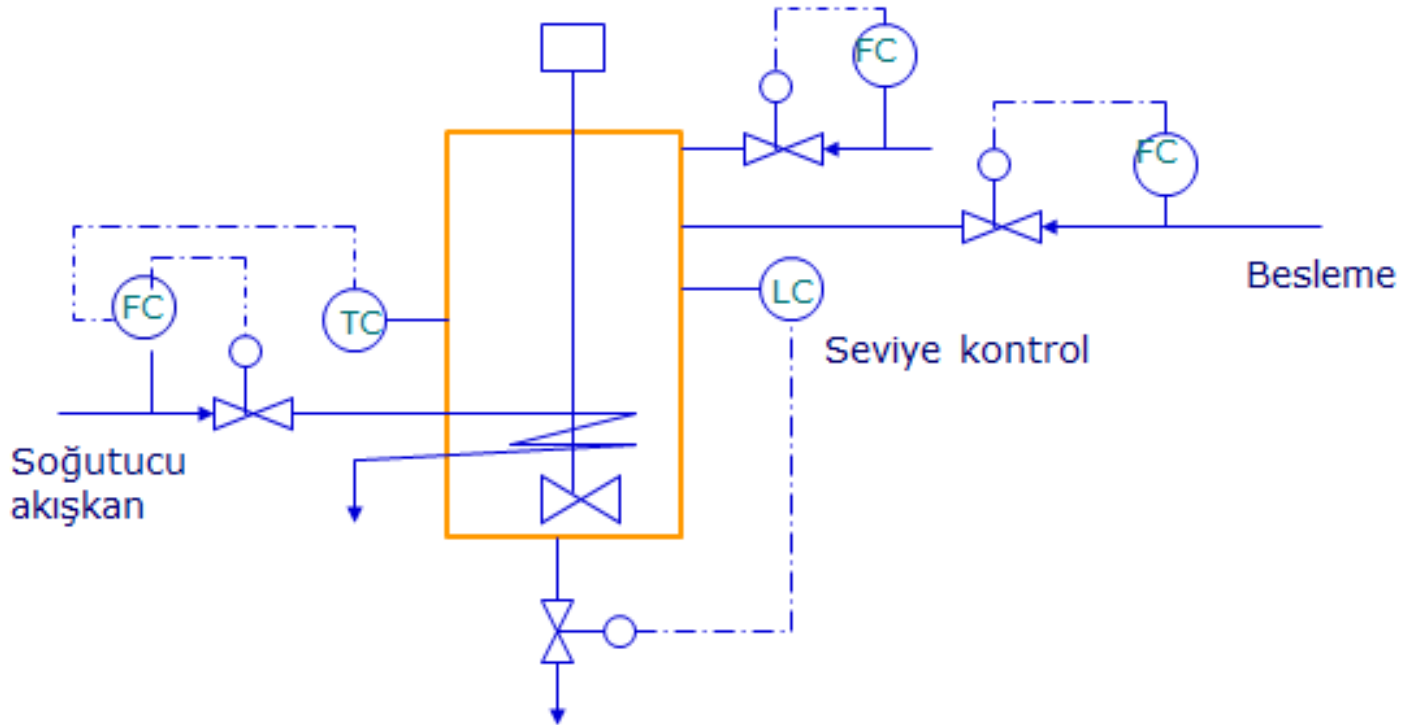


Bu düzenleme ile tepe ve dip sıcaklık kontrol edicileri arasında iç etkileşim olur

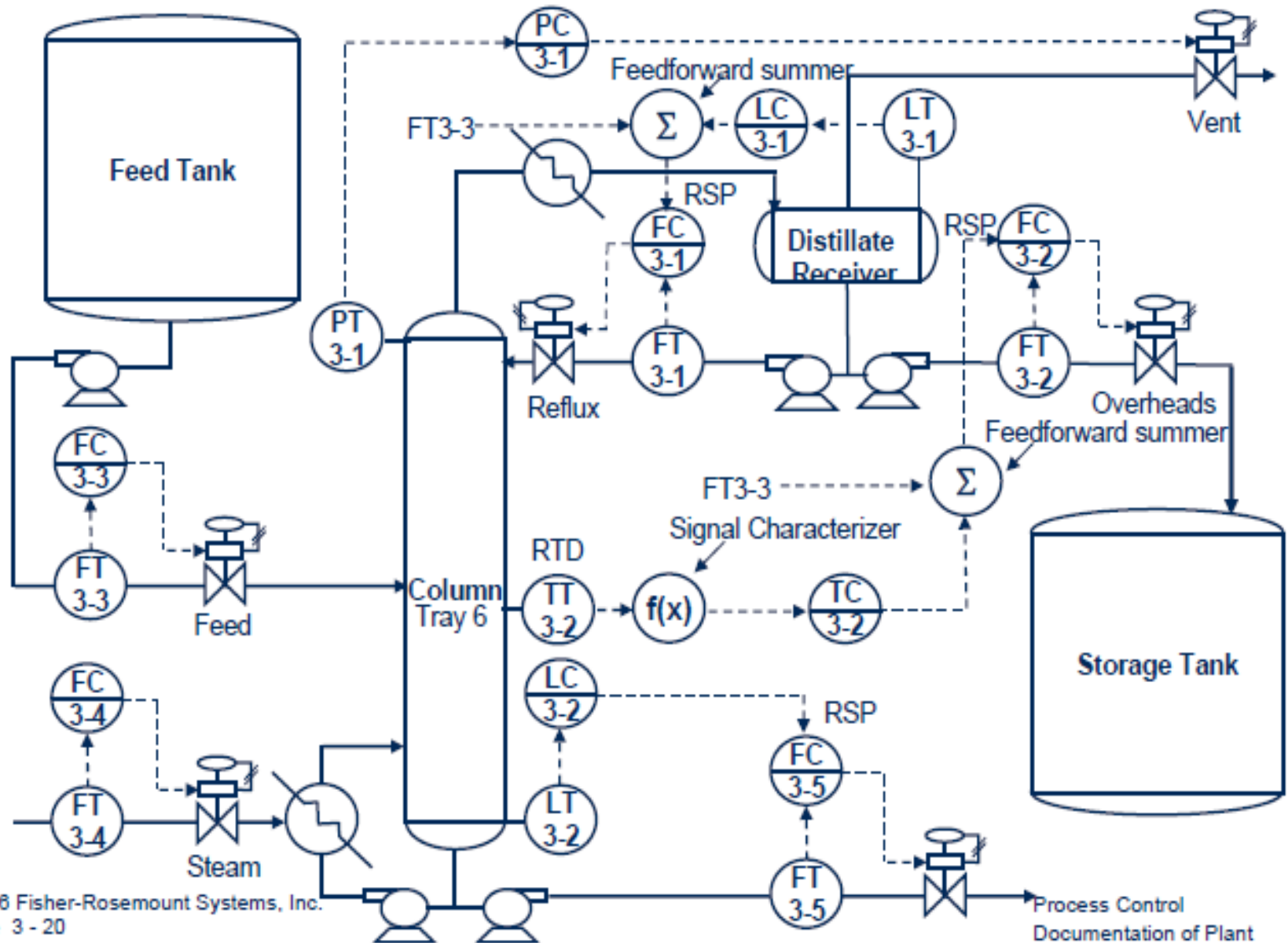
Reaktör Kontrolü

Reaktör kontrolünde kullanılan şema, prosese ve reaktörün tipine bağlıdır. Eğer, güvenilir 'on-line' analiz edici bulunuyor ve reaktör dinamiği uygunsa, ürün bileşimi sürekli izlenebilir ve reaktör koşulları ve besleme akışı istenen ürün bileşimi ve verimini sağlamak için otomatik olarak kontrol edilebilir.

Gerçek karıştırmalı tank reaktörü kontrol şeması : Reaktör sıcaklığı T Soğutma akışkanı akış hızı ayarlanarak kontrol edilir. Basınç sabit tutulmuştur.



Örnek

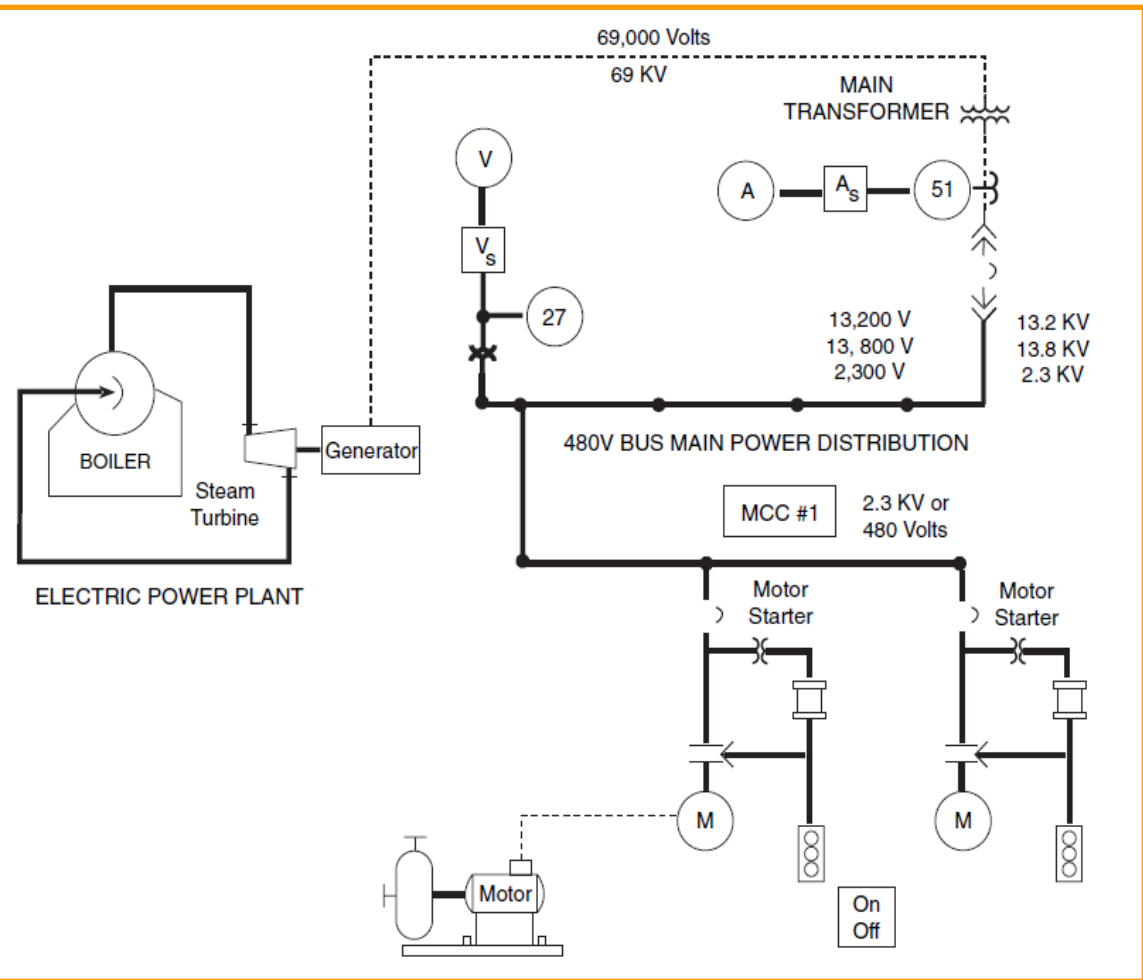




Elektrik diyagramları

M	Motor
V	Voltmeter: measures voltage
27	Under Voltage Relay
A	Ammeter: measures electric current
50	Transformer Overcurrent Relay (Instantaneous)
51	Transformer Overcurrent Relay (Time delay)
	Circuit Breaker: a protective device that interrupts current flow through an electric circuit

	Fuse	MCC	Motor Control Center
	Voltmeter Switch		
	Current Transformer: reduces high voltage to instrumentation.		
	Ammeter switch		
	Potential Transforming Symbol		
	Power Transformer: reduces high voltage		
	Switch		Motor Circuit Contacts

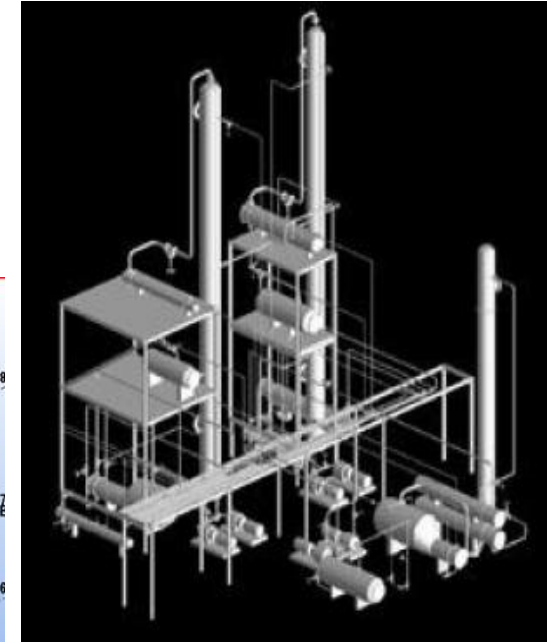
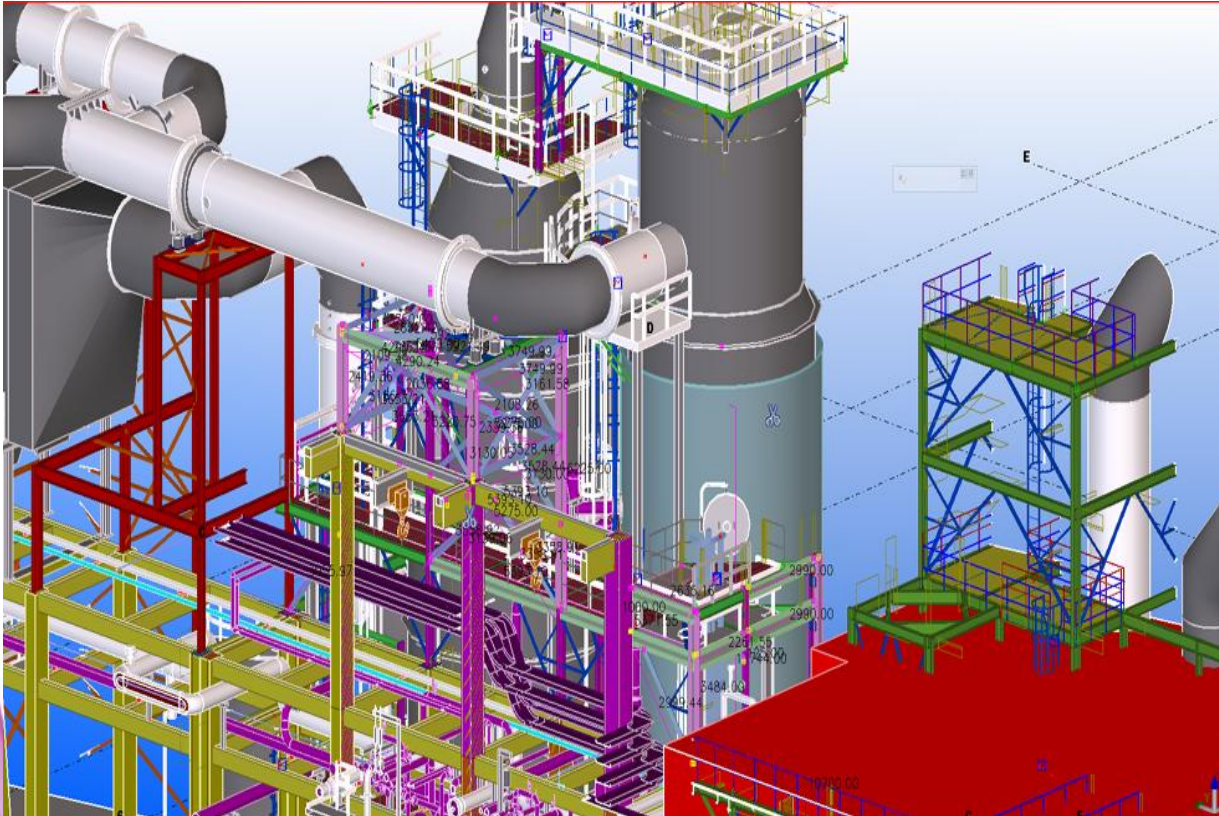


Tesisin Üç Boyutlu Modeli

Tesisin PFD, P&ID ve diğer diyağramları çizildikten sonra son olarak görselliği ve ekipman yerleşimini perspektif olarak görmek için üç boyutlu çizimi yapılır. Bunun için kullanılan yazılımlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

AutoCAD® Plant 3D

CAD Schroer **3D Plant Design**





Not: *Bu ders notlarının hazırlanmasında aşağıdaki kaynaklardan yararlanılmış olup ticari bir amaç gütmemektedir. Ticari olarak kullanılamaz.*



Not: *Bu ders notlarının hazırlanmasında aşağıdaki kaynaklardan yararlanılmış olup ticari bir amaç gütmemektedir. Ticari olarak kullanılamaz.*

KAYNAKLAR

1. J.M. Coulson, J.F. Richardson ve R.K. Sinnott, 1983. Chemical Engineering V: 6, Design, 1st Ed., Pergamon, Oxford.
2. M.S. Peters ve K.D. Timmerhaus, 1985. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
3. R.H. Perry, D. Green, 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6rd Ed., McGraw-Hill, New York.
4. R. Turton, R.C.Bailie, W.B.Whiting, J.A. Shaeiwitz, 1998. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 1st Ed., Prentice Hall, New Jersey.