



FURKAN SOLAK

213303109

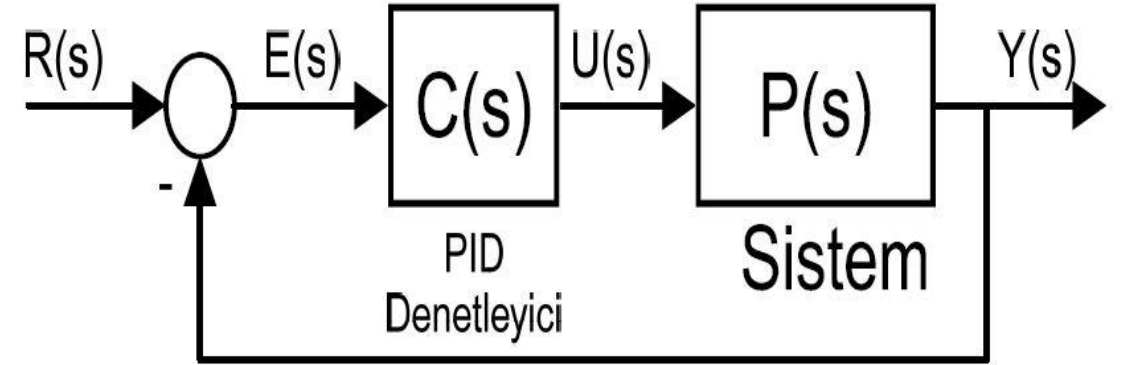
Kontrol Sistemleri

- ▶ **Kontrol sistemleri;** sistemler üzerinde kontrollerin gerçekleştirilmesi için farklı yöntemler içeren sistemlere denir. Bir sistemi kontrol etmemizin sebebi ise sistemden alınmak istenilen çıkış ile sistemin verdiği çıkış arasındaki farkı bulmaktır. Bu farka hata denir. Sistemin girişi değiştirilerek hata en aza indirilmeye çalışılır.

PID Kontrol

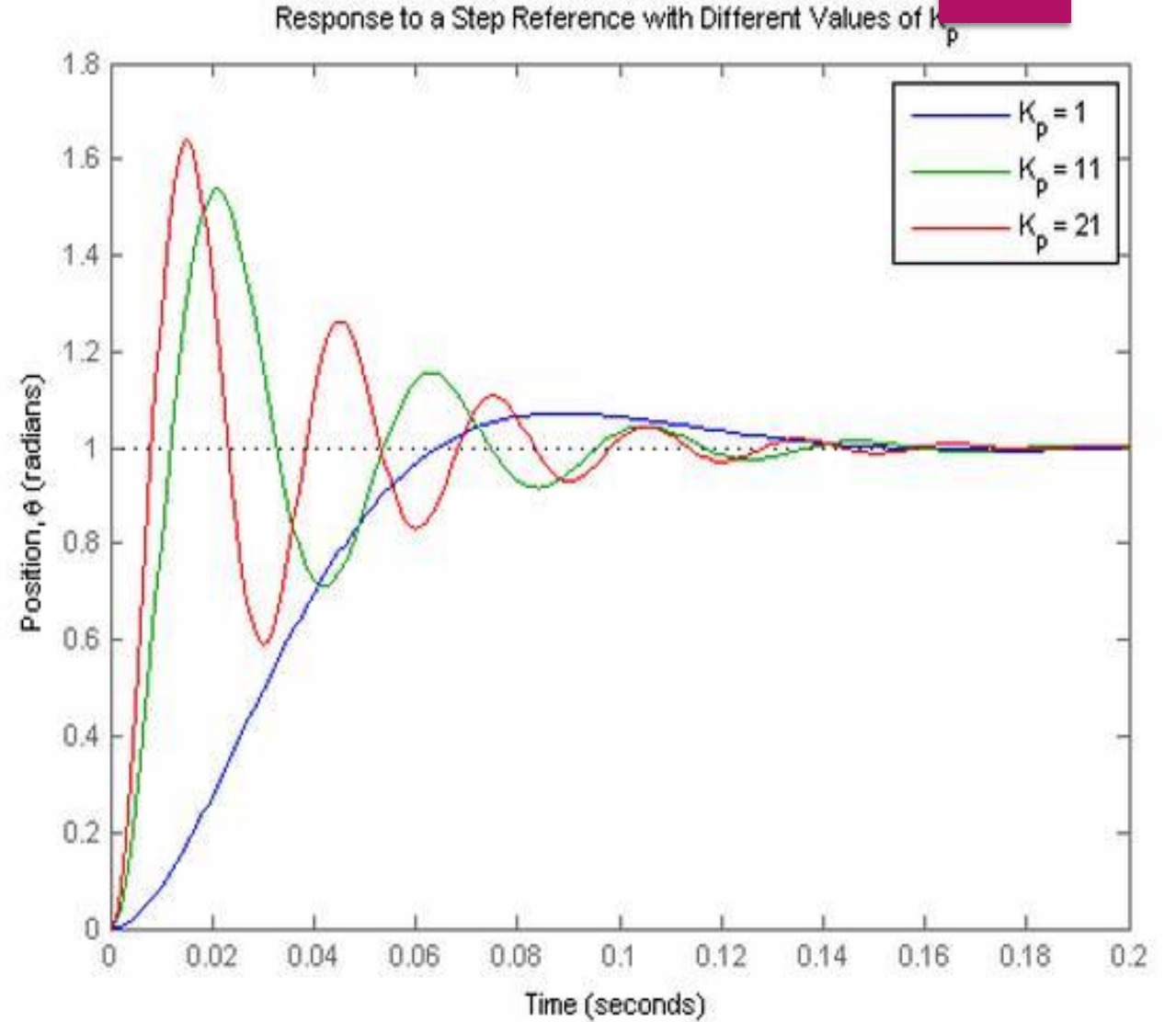
- ▶ PID Algoritmaları, kontrol sistemlerinde çok kullanılan geri besleme esasına göre çalışan bir denetleme mekanizmasıdır. Bir PID denetleyici hata değerini sürekli olarak hesaplar.
- ▶ Denetleyici bu hesaplamaya göre işlem kontrol girdisini sürekli olarak ayarlayarak hatayı en aza indirmeye çalışır.

- PID kontroller, geri besleme yoluyla girişe gönderilen sinyal ile giriş sinyalini karşılaştırarak hatayı hesaplar. Bu hata PID'ye gönderilir ve PID bu hatayı bir katsayı ile çarpıp türevini ve integralini alır, tekrar çıkışa gönderilir. Bu işlem hata minimuma inene kadar devam eder.

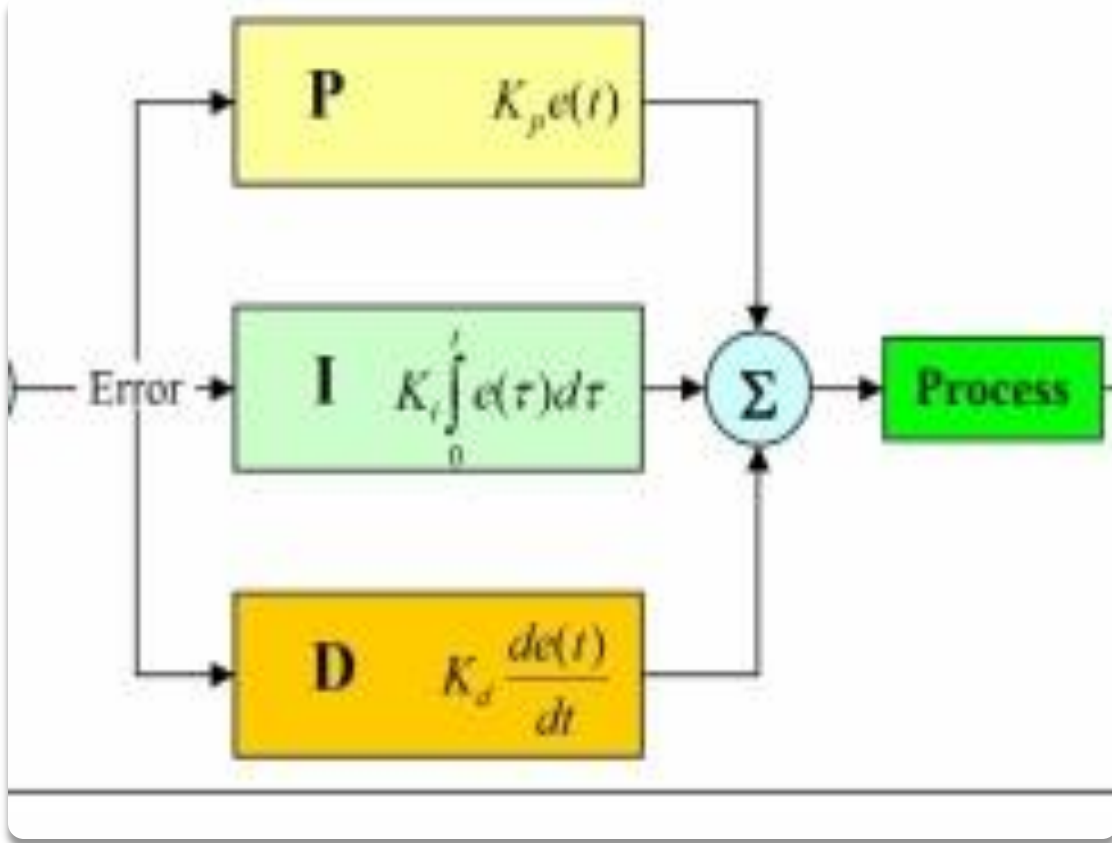


Şekil1: Birim Geri Beslemeli PID Denetim

- ▶ PID kontrol'de öncelikle hata tanımlaması yapılmalıdır. Hata ise referans değere olan uzaklık olarak tanımlanabilir.
- ▶ Ref = İstenilen değer
- ▶ Gelen = Şu an ki konum
- ▶ Hata = Ref-Gelen



PID Denetleyiciler



- Sürekli denetim türleri, geri besleme yoluyla hata farkına göre çıkışa bir sinyal üreterek kontrolü sağlar. PID'nin açılımına bakalım;
 - P (Proportional) Oransal
 - I (Integral) İntegral
 - D (Derivative) Türevsel

P (Oransal) kontrol

- ▶ Bu terim, mevcut hatanın büyüklüğüne göre kontrol sinyalinin bir oransal bölümünü üretir. Yani, sistem çıkışı ile hedef değer arasındaki fark ne kadar büyükse, kontrol sinyali o kadar büyük olur.
- ▶ En basit kontrol yöntemidir. Hatayı temel bir K_p değeri ile çarpar. Bu, hatanın ne kadar büyük olduğuna bağlı olarak tepki verir.
- ▶ Oransal terim sistemden gelen hatayı bir kat sayı ile çarparak hatayı küçültmeyi hedefler. Bozucu etkileride mevcuttur. Örneğin hata istenilen değerlere yaklaştığında çıkışta osilasyon görülme ihtimali yüksektir. Buda yüksek seçmememiz gerektiği anlaşılır.
- ▶ $P = K_p * \text{Hata}$ (K_p – Kontrolör kazancı)

Integral (Integral - I)

- Bu terim, zaman içinde biriken hatayı düzeltmek için kullanılır. Oransal kontrol hatası ortadan kaldırmada etkili olsa da, sabit bir denge noktasına ulaşamayan sistemlerde kullanılır.

Derivative (Türev - D)

- Bu terim, hatanın hızını ölçer. Hata hızı ne kadar hızlı değişirse, türev terimi de o kadar büyük olur. Bu, sistemin aşırı dalgalanmayı veya aşırı yanıtı önlemeye yardımcı olabilir.

Kapalı Çevrim kontrolörü



Kapalı Çevrim kontrolü, bir değişkenin değerinin, bu değişkenin ölçümlerine dayalı bir müdahale yoluyla sürekli olarak üretildiği ve korunduğu bir süreçtir.

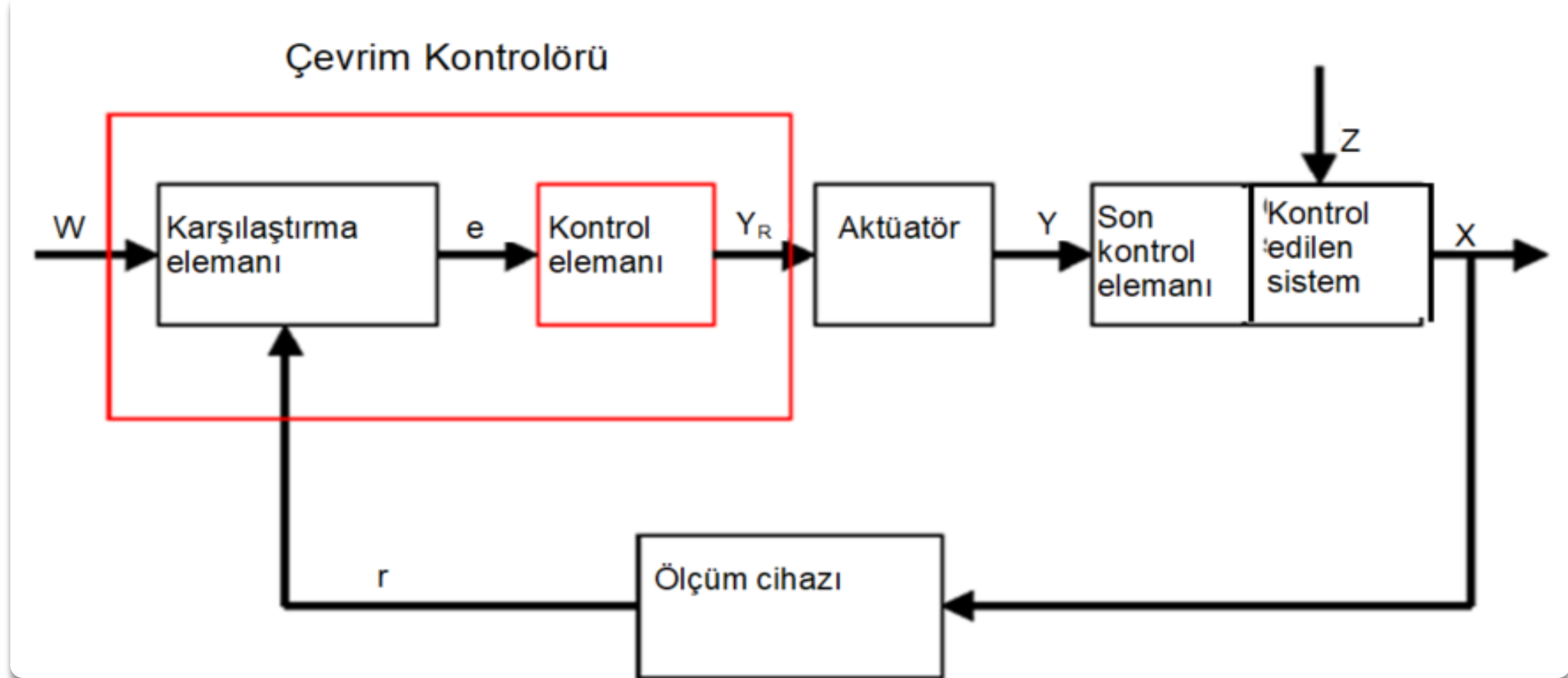


Bu, kapalı bir döngüde (kontrol çevrimi) gerçekleşen bir eylem yolu üretir, çünkü süreç, kendisi tarafından etkilenen bir değişkenin ölçümlerine dayalı olarak çalışır.

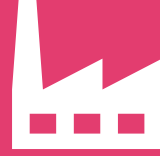


Kontrol edilecek değişken sürekli olarak ölçülür ve aynı tipteki başka bir önceden ayarlanmış değişkenle karşılaştırılır. Bu karşılaştırmanın sonucuna bağlı olarak, kontrol edilecek değişkenin ön ayarlı değişkenin değerine göre bir ayarlaması yapılır.

Kapalı çevrim kontrolünün şematik gösterimi



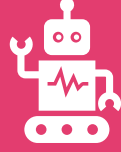
PID kontrol sistemleri, birçok farklı uygulama alanında kullanılmaktadır. İşte PID kontrolünün yaygın olarak kullanıldığı bazı alanlar:



Endüstriyel Otomasyon: Fabrikalarda üretim süreçlerini kontrol etmek, makinaları düzenlemek ve ürün kalitesini sağlamak için PID kontrol sistemleri sıkça kullanılır. Bu, kimya, petrokimya, gıda üretimi, otomotiv ve diğer endüstriyel sektörleri içerir.



Isıtma, Havalandırma ve Klima (HVAC) Sistemleri: PID kontrolü, binalarda ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerini düzenlemek için kullanılır. Bu, iç mekan sıcaklığını ve konfor seviyelerini optimize etmek için yaygın bir uygulamadır.



Robotik Sistemler: Endüstriyel robotlar ve otomatik kontrol sistemleri, PID kontrolünü kullanarak hassas hareket ve pozisyon kontrolü sağlar. Bu, montaj hatlarından cerrahi robotlara kadar birçok robot uygulamasında görülebilir.



Su ve Atık Su Arıtma: PID kontrol sistemleri, su arıtma tesislerinde suyun kalitesini ve akışını düzenlemek için kullanılır. Atık su arıtma tesislerinde de çeşitli süreçleri kontrol etmek amacıyla kullanılır.



Enerji Sistemleri: Elektrik jeneratörleri, rüzgar türbinleri ve diğer enerji sistemleri, PID kontrolünü enerji üretimini optimize etmek ve istikrarlı bir çıkış elde etmek için kullanabilir.



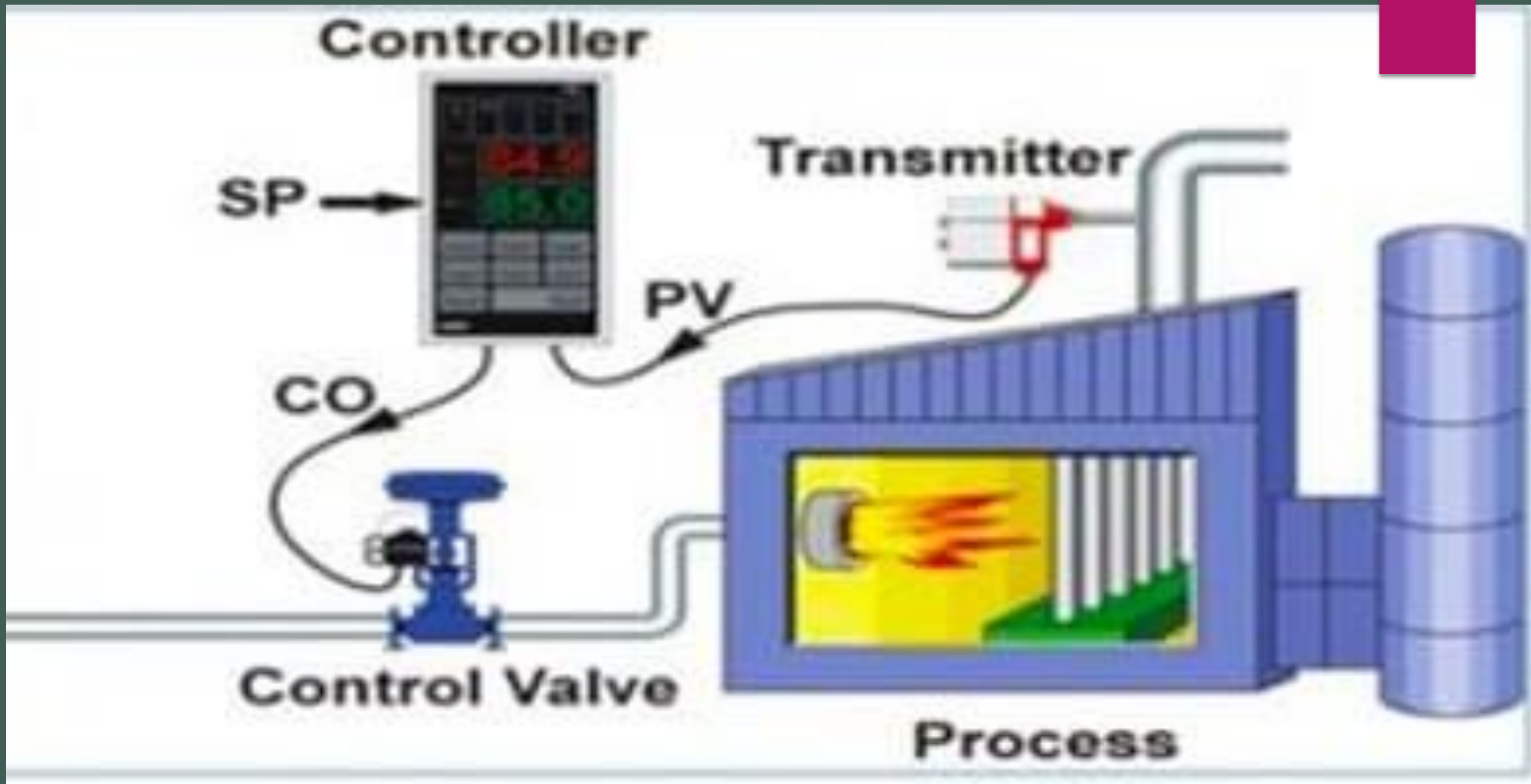
Otomotiv Kontrol Sistemleri: Otomobil motor yönetim sistemleri, fren kontrol sistemleri ve şanzıman kontrol sistemleri gibi birçok otomotiv uygulamasında PID kontrolü kullanılır.

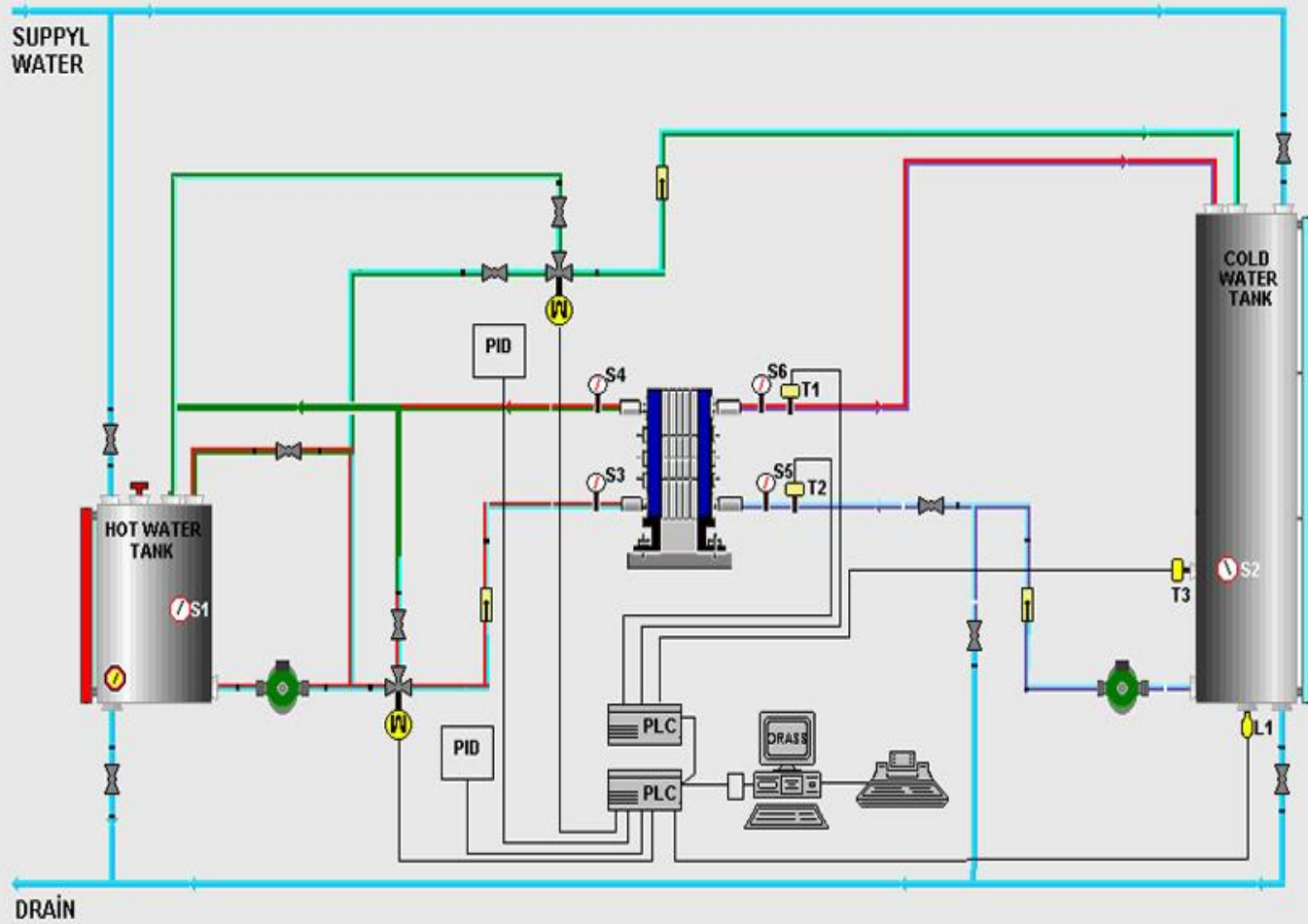


Uzaktan Kumandalı Araçlar: Drone'lar, uzaktan kumandalı araçlar ve diğer benzer uygulamalarda PID kontrolü, cihazın stabilitesini ve konumunu kontrol etmek için kullanılır.



Kimyasal Reaktörler: Kimya endüstrisinde, reaksiyon hızlarını ve ürün kalitesini kontrol etmek amacıyla PID kontrol sistemleri kullanılır.





- Isıtma kontrol sistemi
- Seviye kontrol sistemi

HEATING & LEVEL CONTROL

ORASS®

Avantajları

- ▶ **Basit ve Anlaşılır :** PID kontrolü, basit matematiksel ifadeler ve parametrelerle ifade edilebilir. Bu, kontrol sisteminin anlaşılabilirliğini artırır ve uygulama mühendisleri için konfigürasyonu daha kolay hale getirir.
- ▶ **Hızlı Tepki ve İyi Performans :** PID kontrolü, sürekli olarak hata sinyalini izleyerek sürekli düzeltmeler yapar. Bu, kontrol sisteminin hızlı bir şekilde süreç değişikliklerine tepki vermesini sağlar ve istenen set noktasına hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlar.
- ▶ **Dirençli ve Dayanıklı :** PID kontrol sistemleri, birçok dış etkene karşı dirençlidir. Sürekli olarak hata sinyalini izleyerek düzeltmeler yapmaları, dış etkenlere karşı sistem stabilitesini artırır.
- ▶ **Esnek Parametre Ayarı :** PID kontrol parametreleri (P, I, D katsayıları), sistemin özelliklerine uyacak şekilde ayarlanabilir. Bu, çeşitli uygulama alanları için optimize edilmiş kontrol sağlar.

Avantajları

- ▶ **Düşük Maliyetli ve Kolay Uygulanabilirlik :** PID kontrol sistemleri genellikle düşük maliyetlidir ve endüstriyel uygulamalara kolayca entegre edilebilirler. Ayrıca, birçok endüstri standardı ve kontrol cihazı PID kontrolünü destekler.
- ▶ **Kolay Bakım ve Ayar:** PID kontrol sistemleri genellikle basit ve modüler yapıdadır. Bu, bakım süreçlerini kolaylaştırır ve ayarlamaların daha hızlı yapılmasını sağlar .

Dezavantajları

- ▶ **Aşırı Ayar Problemi:** PID kontrol sistemleri, özellikle hızlı değişen sistemlerde, aşırı ayar problemleri yaşayabilir. Bu durum, hızlı bir tepki elde etmek amacıyla yapılan ayarlamalardan kaynaklanabilir ve sistemde aşırı salınım veya kararlılık sorunlarına neden olabilir.
- ▶ **Non-Linear Sistemlere Uygun Değil:** PID kontrolü, doğrusal sistemler için tasarlanmıştır ve non-linear sistemlerde bazı zorluklar yaşayabilir. Non-linear sistemlerde, kontrol performansı ve kararlılık daha karmaşık hale gelebilir.
- ▶ **İyi Ayar Gerekliliği:** PID kontrol parametreleri (P, I, D katsayıları), spesifik uygulamaya bağlı olarak dikkatlice ayarlanmalıdır.

- Aç-Kapa, PID gibi kontrolörler günümüzde endüstriyel sistemlerin vazgeçilmez unsurlarındandırlar. En basit sistemlerden en karmaşık sistemlere kadar geniş bir kullanım alanları bulunmaktadır ve her geçen gün bu kontrolörlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu tür kontrolörlerin yaygınlaşması, bu kontrolörleri kumanda edebilecek ve parametrelerini kullanıldığı sisteme göre uyarlayabilecek eğitimli bir kadroyu da zorunlu kılmıştır. Orta ölçekteki bir fabrikada ortalama 30 adet Aç Kapa, PID gibi kontrolörler kullanılmaktadır. Kontrolör parametreleri, sistem devreye alınırken sisteme göre (sistem parametrelerine göre) uyarlanır. Bilindiği üzere, sistem parametreleri çevre koşullarına göre değişkenlik gösterirler. Örneğin; bir sıcaklık sisteminin parametreleri yaz koşullarında başka, kış koşullarında başka olabilmektedir. Sayısal olarak ifade etmek gerekirse, yazın 1.0 olan sistem kazancı, kışın 0.8 dereceye düşebilmektedir. Bu durum PID gibi endüstriyel kontrolörlerin parametrelerinin belirli aralıklarla gözden geçirilmesini ve değişen sisteme uygun olarak tekrar belirlenmesini zorunlu kılar.

PID KONTROLÖR

- ▶ PID (Proportional-Integral-Derivative) kontrolör endüstriyel sistemlerde en sık kullanılan kontrolör türüdür. Basit olarak PID kontrolör, sistemde oluşan hataya, hatanın integraline ve türevine göre bir çıkış üretir. Bu türdeki kontrolörler çok çeşitli sistemlerde kullanılabilir. Örneğin; sıcaklık sistemleri, ağırlık sistemleri, tartım sistemleri, hız kontrol sistemleri, vs. Kullanıldığı sisteme göre uyarlanması gereken 3 tane parametresi vardır.


Bunlar sırası ile;

- ▶ • K_p - Kazanç Katsayısı,
- ▶ • T_i - Integral Katsayısı,
- ▶ • T_d - Türev Katsayısıdır.

Bu 3 parametreden herhangi birinin değişmesi PID davranışına doğrudan etki eder. Dolayısı ile kontrol edilecek sistem iyi analiz edildikten sonra bu parametrelerin sisteme uygun olarak belirlenmesi gerekir.

PID Kontrolörün Yapısı

- ▶ PID kontrolörler standart olarak 3 türde bulunabilirler. Kontrol edilecek sistemin yapısına göre (sistem parametrelerine göre) bu üç türden biri tercih edilir. Bu türler sırası ile şunlardır;
- P Kontrolör
- PI Kontrolör
- PID Kontrolör

- 
- ▶ PID fonksiyonlarında kullanılacak semboller ve bu sembollerin açıklamaları şöyledir;
 - $m(t)$: Kontrolör Çıkışı
 - $e(t)$: Hata (Referans - Sistem Çıkışı)
 - K_c : Kontrolör Kazancı (Proportional)
 - T_i : Kontrolör Integral Zamanı (s) (Integral Time)
 - T_d : Kontrolör Türev Zamanı (s) (Derivative Time)
 - T_s : Kontrolör örnekleme zamanı

P Kontrolör

- ▶ Sadece kazanç katsayısının aktif olduğu PID kontrolör türüdür. Basit şekilde ifade edilirse; sistemde oluşan hata, PID kazancı ile çarpılır ve kontrolör çıkışı olarak dışarıya verilir.
 - $M(t) = K_c[e(t)]$
 - $M(n) = K_c[e(n)]$

PI Kontrolör

- ▶ Kazanç ve integral katsayılarının aktif olduğu PID kontrolör türüdür. Basit şekilde ifade edilirse; sistemde oluşan hata, oluşan toplam hatanın integral katsayısına bölümü ile toplanır ve PID kazancı ile çarpılarak kontrolör çıkışı olarak dışarıya verilir.

PID Kontrolör

- ▶ Tüm PID katsayılarının aktif olduğu PID kontrolör türüdür. Sistemde oluşan hata, hatanın toplamı ve hatanın türevi PID katsayıları ile çarpılarak kontrolör çıkışı olarak dışarıya verilir.

ÖZ AYARLAMALI (SELF TUNING) PID KONTROLÖR

- ▶ PID kontrolörün parametrelerinin sisteme göre uyarlanması gerekmektedir. Bu işlem için çeşitli matematiksel yollar; örneğin “Kök Eğrisi Yöntemi” kullanılmaktadır. PID parametrelerini hesaplamakta kullanılan yöntemler (“Kök Eğrisi Yöntemi” gibi) sistemin matematiksel bir modeline ihtiyaç duyarlar ve ilgili kişilere ağır yükler getirirler. Kaldı ki sistem geri beslemesini hatasız ölçebilmek, sisteme binen bozucu etkileri anlık olarak hesaplayabilmek olanaksızdır. Ayrıca sistem parametrelerinin (sistem kazancı gibi) değişen çevre koşullarına paralel olarak değiştiği de unutulmamalıdır. Bu koşullar göz önünde bulundurulduğunda, kendi parametrelerini kullanıldığı sisteme göre uyarlayabilen ve değişen çevre koşullarına adapte olabilecek bir PID kontrolöre ihtiyaç duyulmaktadır.

Kullanılabilecek Yöntemler

- ▶ Kendi parametrelerini, önceden belirlenmiş herhangi bir matematiksel yönteme ihtiyaç duymadan hesaplayabilecek PID kontrolöre *Öz Ayarlamalı PID Kontrolör* denir. Bir PID kontrolörü, *Öz Ayarlamalı PID Kontrolör* e dönüştürebilecek çeşitli yollar literatürde mevcuttur. Bunlardan bazıları şunlardır;
- Ziegler – Nicholas (Z-N) Osilasyon Metodu (Oscillation Method)
- Cohen-Coon Reaksiyon Eğrisi Metodu (Reaction Curve Method)
- Ziegler – Nicholas (Z-N) Reaksiyon Eğrisi Metodu (Reaction Curve Method)
- Haalman Yöntemi

KAYNAK

- ▶ <https://web.hitit.edu.tr>
- ▶ <https://mekatronikmuhendisligi.com>
- ▶ <https://polen.itu.edu.tr>
- ▶ <https://dergipark.org.tr>

Dinlediđiniz İçin TeŖekkür
Ederim