

TEMEL OTOMATİK KONTROL

NOTLARI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
GİRİŞ	3
OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ	4
İKİ KONUMLU KONTROL	4
YÜZER KONTROL	5
ORANSAL KONTROL	7
ORANSAL + İNTEGRAL KONTROL	9
ORANSAL + TÜREVSEL KONTROL	10
ORANSAL + İNTEGRAL + TÜREVSEL KONTROL	11
OPTİMUM PID PARAMETRELERİNİN AYARLANMASI	13

OTOMATİK KONTROLE BAŞLARKEN

GİRİŞ

Kontrol işlemlerine günlük hayatın hemen her anında rastlanır. Bilinçli ya da bilinçsiz olarak kontrol işlemleri uygular, kontrol işlemleri içinde davranırız. Kontrol işlemlerinin birçoğu **otomatik** olarak insan girişimi olmadan gerçekleştirilir. Örneğin merdiven otomatığı, ilgili alanlardaki aydınlatma sisteminin çalışmasını ve belli bir süre sonra kendi kendine kapanmasını sağlar. Termosifon,şofben ya da fırın sıcaklığının belirli bir değer etrafında tutulması, su basıncının hidrofor sistemleri yardımıyla ayarlanması ve yine depo seviyelerinin şamandıralı açma-kapama vanaları ile kontrolü günlük hayatta her zaman çevremizde görebileceğimiz benzer uygulamalardır.

İnsan bedeninde ise fazla miktarda, daha karmaşık ve oldukça hassas kontrol işlemleri gerçekleşmektedir.Fizyolojik kontrol olarak ta adlandırılabilen bu işlemlerden ilk akla gelenleri belirtmek gerekirse :

Kandaki şeker konsantrasyonunun sağlıklı insanlarda her zaman sabit belli bir değerde tutulması (ki bu sistemin bozulması diabet olarak adlandırılmaktadır). Vücut sıcaklığı çevre sıcaklığının artması durumunda terleme (sıvı buharlaşmasının soğutma etkisiyle) yoluyla, çevre sıcaklığı azaldığı zaman ise.kıl dibi kaslarının kasılması (ürperme) daha da ötede kasların titremesi vasıtasıyla vücutta üretilen ısı ile çevre sıcaklığının değişmelerine karşı kontrol edilir. Göze giren ışık şiddetinin göz bebeğinin (pupilla) açılıp kapanması ile ayarlanır. Acı duyulduğu zaman geri çekilme refleksi, göz kas koordinasyonu (yazı yazma),uyuma ve uyanık kalma süreleri (biyolojik saat), hareket miktarı ile kalp atışlarının doğru orantılı olması,insan vücudunda örnek verilebilecek başlıca fizyolojik kontrol örnekleridir.

Toplumsal yaşamı doğrudan etkileyen konularda da kontrol uygulamalarına rastlanır:

Fiyat artışları (enflasyon), pazardaki talebin azaltılması veya paranın değerinin artırılması ile kontrol edilebilir.Para değerini artırmak için piyasadaki para miktarı ve kontrol edilebilen harcamalar azaltılabilir. Talebi azaltmak için ise kişilerin harcama güçleri kısıllanabilir (sıkı para politikası). Bir diğer örnek; bir bölgenin ekonomik gelişmesinin kontrolü için verilebilir. Ekonomik gelişmeyi hızlandırmak için, o bölgeye yatırım ve nitelikli insan gücü akışını sağlamak gerekir. Bu da, özendirici (teşvik, prim, yan ödenek gibi) ya da zorlayıcı (rotasyon, mecburi hizmet gibi) önlemlerle sağlanabilir.

Kontrol işlemlerinin yukarıdaki örneklerdeki benzer yanlarından faydalanarak **kontrol** ve **otomatik kontrol** kavramları için şu genel tanımlamalar yapılabilir:

Kontrol : İncelenen davranışların belirli istenen değerler etrafında tutulması veya istenen değişimleri göstermesi için yapılanlar, genel anlamda kontrol işlemini tanımlarlar.

Otomatik Kontrol : Kontrol işlemlerinin, kontrol edilmek istenen olay etrafında kurulmuş bir karar mekanizması tarafından, doğrudan insan girişimi olmaksızın gerçekleştirilebilmesidir.

Kontrol işlemlerinin belirlenmesi ve otomatik kontrol mekanizmalarının kurulması, öncelikle bu işlemleri gerektiren amaçların ve istenen davranışların kesin biçimde tanımlanmasını, buna bağlı olarak ta, olayların olduğu ortamın, olayların **sebe-sonuç** ilişkilerinin ve **davranış özelliklerinin** incelenmesini gerektirir. Otomatik kontrol, özellikle mühendislik sistemlerinde giderek daha çok önem kazanmaktadır. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir :

- * Otomatik kontrol, insanları monoton tekrarlı işlerden kurtararak zeka ve düşünebilme yeteneklerini daha iyi kullanabilecekleri işlere yönelmelerini sağlar.
- * Otomatik kontrol, insanın fizyolojik yeteneklerini aşan(çok hızlı, çok hassas, yüksek kuvvetler gerektiren ve tehlikeli gibi) uygulamalarda insanın hakimiyetini kolaylaştırır.
- * Otomatik kontrolün mühendislik sistemlerinde kullanılması, gerek teorik tasarım gerekse gerçekleştirme ve uygulama bakımından daha sade, daha esnek, kolayca ayarlanabilen ve yüksek verimli çözümlere imkan vermektedir.
- * Bilgisayarların mühendislik uygulamalarında yaygın biçimde kullanılması, kontrol yöntemlerinin daha etkin olarak uygulanmasına yol açmıştır.

Günümüzde en basit uygulama alanlarından en karmaşık endüstriyel tesis uygulamalarına kadar her yerde yaygın olarak kullanılan otomatik kontrol sistemleri; temelde tüm fiziksel ve kimyasal değişkenlerin insan gücüne bağlı olmaksızın denetlenmesi ve kontrol altında tutulması amacıyla hizmet eder .

Domestik veya Endüstriyel ortamda gerçekleştirilmiş bir otomatik kontrol sisteminden;

- Sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması
- Kolay anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması
- Sistemin performansını istenen düzeye çıkarması
- Yatırım ve işletme maliyeti açısından ucuz olması istenir.

Sistem elemanlarının seçimi ve ayarı bu ilkeler doğrultusunda yapılır . Yukarıda da belirtildiği gibi bu koşulların gerçekleştirilmesi için kontrol edilecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir .

OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ

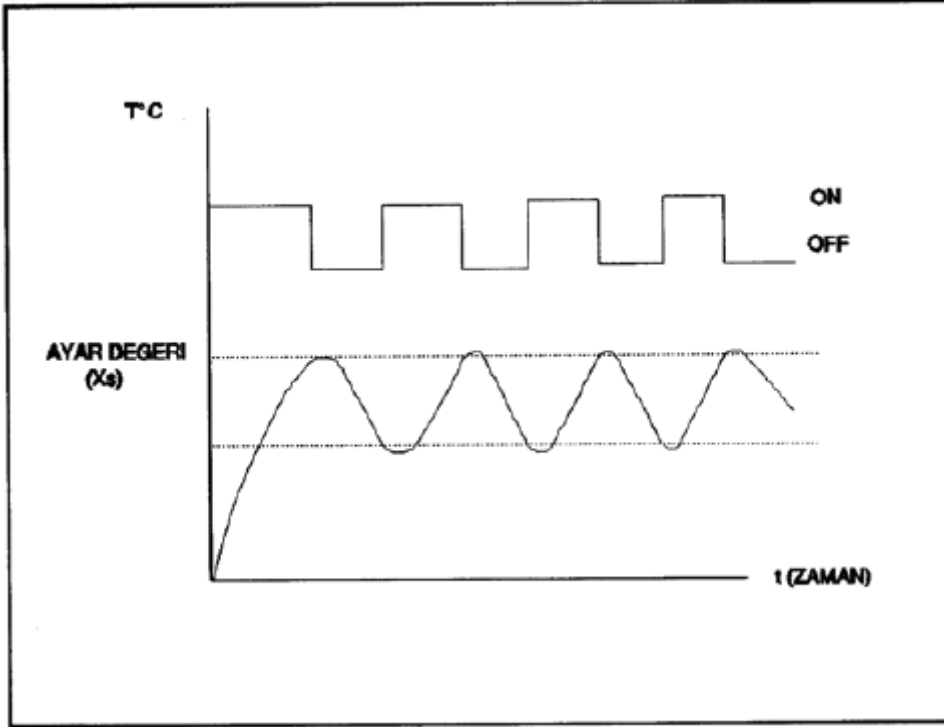
Otomatik kontrol döngüsünde kontrol edici blok (karşılaştırma ve kontrol elemanı) yerine yerleştirilecek herhangi bir kontrol cihazı, kontrol noktası (ayar değeri) etrafında çalışması Gereken hassasiyette sistemi kontrol etmelidir Prosesin gerektirdiği hassasiyette çalışacak, hatayı gereken oranda minimuma indirecek çeşitli kontrol türleri mevcuttur .

İKİ KONUMLU KONTROL (ON-OFF KONTROL)

İki konumlu kontrol türünde; son kontrol elemanı bir konumdan değerine geçiş anı dışında ya tam açık veya tam kapalı konumdadır . Kontrol edilen değişken,

kontrol noktasına geldiğinde son kontrol elemanı belirlenmiş bir konuma (tam açık veya tam kapalı) gelir ve kontrol edilen değişken değişmediği sürece bu konumda kalır . Kontrol edilen değişken, kontrol noktasından belirli bir düzeyde uzaklaşınca son kontrol elemanı ikinci konumunu alır . Son kontrol elemanının hareketsiz kaldığı bu iki nokta arasındaki değere **fark aralığı** denir . Kontrol edilen değişken, fark aralığının iki sınır değerinden birine erişmediği sürece son kontrol elemanı hareket ettirilmez.

İki konumlu kontrol cihazı ile kontrol edilen bir sistemin kontrol edilen değişken zaman eğrisi aşağıda verilmiştir .



On-off kontrol değişken-zaman eğrisi

Bu kontrol çeşidini bir örnek ile açıklarsak; bir mahalde 20 °C sıcaklık kontrolü yapan bir oda termostatı (iki konumlu) ile mahalın ısınmasını sağlayan ısıtma apareyi arasındaki ilişkiyi ele alalım. Oda termostatının fark aralığını $t=2^{\circ}\text{C}$ ve ayar değerinin (Xs) altında yer aldığını kabul edelim. Ayrıca oda termostatının normalde kapalı (NC) bir anahtara (kontak) sahip olduğunu ve ısıtma apareyinin elektrik enerjisi ile çalıştığını düşünelim. Oda sıcaklığı 20°C'ye gelinceye kadar ısıtma apareyi açık (yani ısıtma yapma çalışması) konumdadır. Oda sıcaklığı 20°C'yi bulduğunda, ısıtma apareyi kapalı konuma gelir ve oda sıcaklığı $Xs-t (20-2)=18^{\circ}\text{C}$ 'ye düşene kadar bu konumunu değiştirmez. Oda sıcaklığı 18°C'nin altına düştüğünde ısıtma apareyi tekrar açık konuma gelir ve bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder .

Yukarıda da anlatıldığı gibi ON-OFF kontrolde ölçülen proses değeri , hiçbir zaman set değerine oturtulamaz.Sistemde sürekli salınım oluşur.

Sistemin sürekli salınmasından dolayı aşırı enerji tüketimi oluşacaktır.

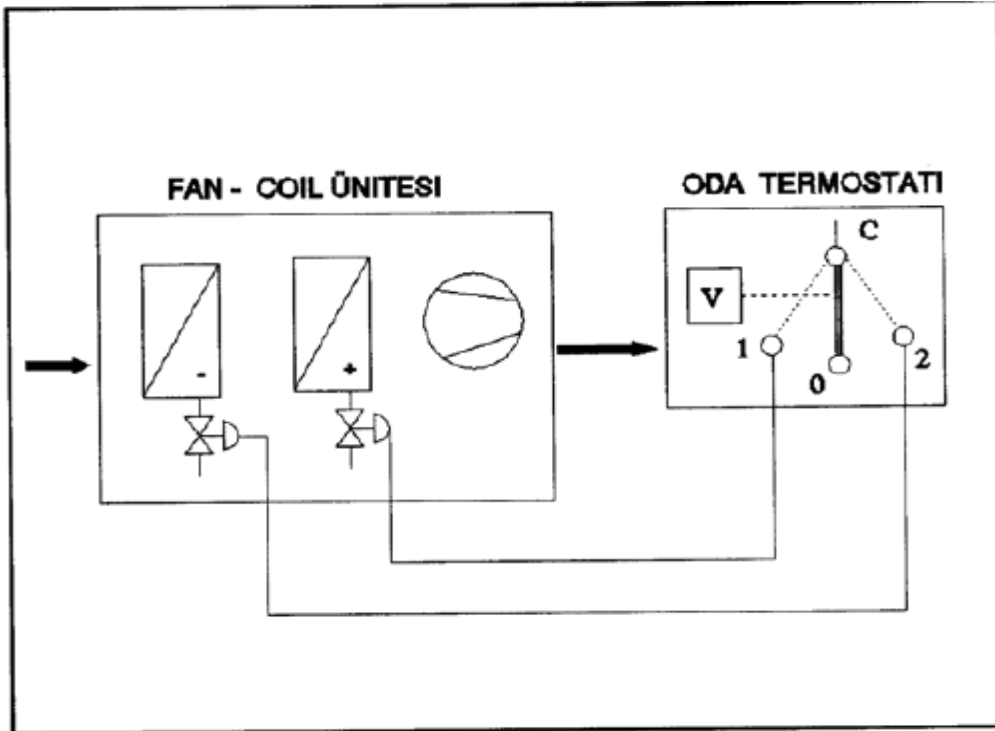
Kritik ve hassas proseslerde kesinlikle yetersiz olacaktır.

YÜZER KONTROL (FLOATING)

İki konumlu kontrol ile oransal kontrol arasında bulunan bu kontrol türü, üç konumlu (yüzer) olarak da bilinmektedir. İki konumlu kontrolden farklı olarak son kontrol elemanına üç türlü kumanda uygulanabilir; aç-sabit kal-kapa . Bu kontrol şeklinde sistemde istenen ayar değeri yakalandığında, servomotor o anda bulunduğu konumda hareketsizdir. İstenen ayar değerlerinin belli bir miktar dışına çıkıldığında ise servomotor oluşan farkı düzeltmek üzere açma ya da kapama yönünde hareket eder. Yavaş hareket eden bir servomotor kullanılması ile sistemin herhangi bir kısmı yükte çalıştırılması mümkün olmaktadır. Bu sayede iki konumlu kontrolde oluşan salınımlar çok daha aza indirgenmiştir. Servomotorun hızı önemlidir. Çok yavaş bir servomotor ile sistemdeki ani değişikliklere uyum sağlama şansı kalmayacaktır. Servomotorun çok hızlı olması ise, iki konumlu kontrole yol açar, yani kısmi yüklerde çalışma mümkün olmaz.

Bu tip kontrolün daha gelişmiş bir çeşidi ise şu şekilde çalışmaktadır. Servomotorun hareket hızı istenen ayar değerinden uzaklaştıkça artmaktadır. Özellikle hızlı tepki veren sistemlere uygun bu uygulamada çok hassas bir kontrol sağlamak mümkün olmamaktadır.

Bu kontrol türünü daha iyi anlatabilmek için; ısıtma ve soğutma serpantini ele alınarak, bu serpantin girişlerinde ayrı ayrı on-off selenoid vanaları olan bir fan-coil ünitesi incelenecektir . Kontrol elemanı olarak oda termostatı nihai kontrol elemanı için ise iki adet selenoid vananın bir bütün olduğu kabul edilerek örnek incelenmiştir .



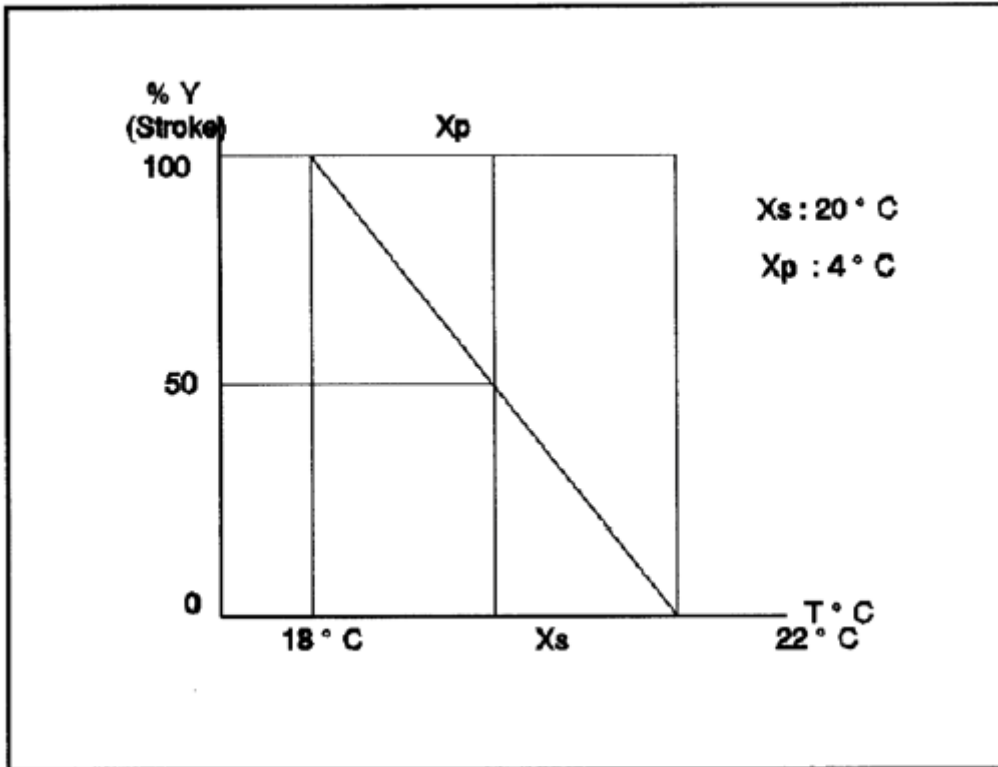
Yüzer kontrol için örnek sistem

Oda termostatının ayar değerinin (X_s) 20°C ve fark aralığının (t) 2°C olduğunu kabul edelim. Oda sıcaklığı 18°C 'ye gelene kadar oda termostadı kontağı C- 1 konumunda kalır ve ısıtıcı selenoid vanası (SI) açık konumunu srderek mahal havası sıcaklığını arttırma yönünde davranır. Mahal sıcaklığı değeri 18°C 'ye eriştiğinde, termostat kontağı C-O konumuna gelir ve bu konumda SI ısıtıcı selenoid vanası kapalı konuma gelir . Sistem yüzüne bağlı olarak mahal havası sıcaklığı artarak 21°C 'ye eriştiğinde termostatın kontağı C-2 konumuna gelir ve bu konumda S2 soğutucu selenoid vanası açık konuma gelerek mahal havası sıcaklığını düşürme yönünde davranır . Bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder . Oda termostadı kontağının C-O konumunun olduğu süreç l bölge olarak tanımlanır. Ayar değeri (X_s) genellikle bu l bölge ortasında yer alırken, fark aralığı (t) l bölge altında ve üstünde yer alır.

ORANSAL KONTROL - P (PROPORTIONAL)

Oransal kontrolde; nihai kontrol elemanı, kontrol edilen değişkenin değişim miktarına bağlı olarak konumlanır. Kontrol elemanının oransal bandı (X_p) içinde

kontrol edilen değişkenin her değerine karşılık nihai kontrol elemanının bir tek konumu vardır. Başka bir deyişle kontrol edilen değişken ile nihai kontrol elemanı arasında doğrusal bir bağlantı kurularak gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge oluşturulur.



Oransal kontrol karakteristik eğrisi

Nihai kontrol elemanının hareket boyunu (stroke) değiştirerek kullanılan enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabilmesi için gerekli kontrol edilen değişkendeki

(sıcaklık, basınç vb.) sapma miktarı **Oransal band** olarak tanımlanır. Genel olarak oransal band kontrol cihazının kontrol skalası (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri (X_s) etrafında eşit olarak yayılır. Yukarı da şematik olarak gösterilmiş transfer eğrisi üzerinden, ayar değerinin (X_s) 20°C ve oransal band (X_p) değerinin 4°C olduğu ters hareketli bir oransal kontrol sistemini inceleyelim. Sıcaklık değerinin 18°C olduğu noktada nihai kontrol elemanı konumu %100 pozisyonudur. Nihai kontrol elemanı, sıcaklık değerinin ayar değeri ile eşit olduğu noktada %50 pozisyonudur. Sıcaklık değerinin 22°C olduğunda ise nihai kontrol elemanı %0 pozisyonuna gelir.

Bir oransal kontrol cihazının fonksiyonunu;

$$V_p = K_p \cdot e + V_o$$

V_p = Kontrol cihazı çıkışı

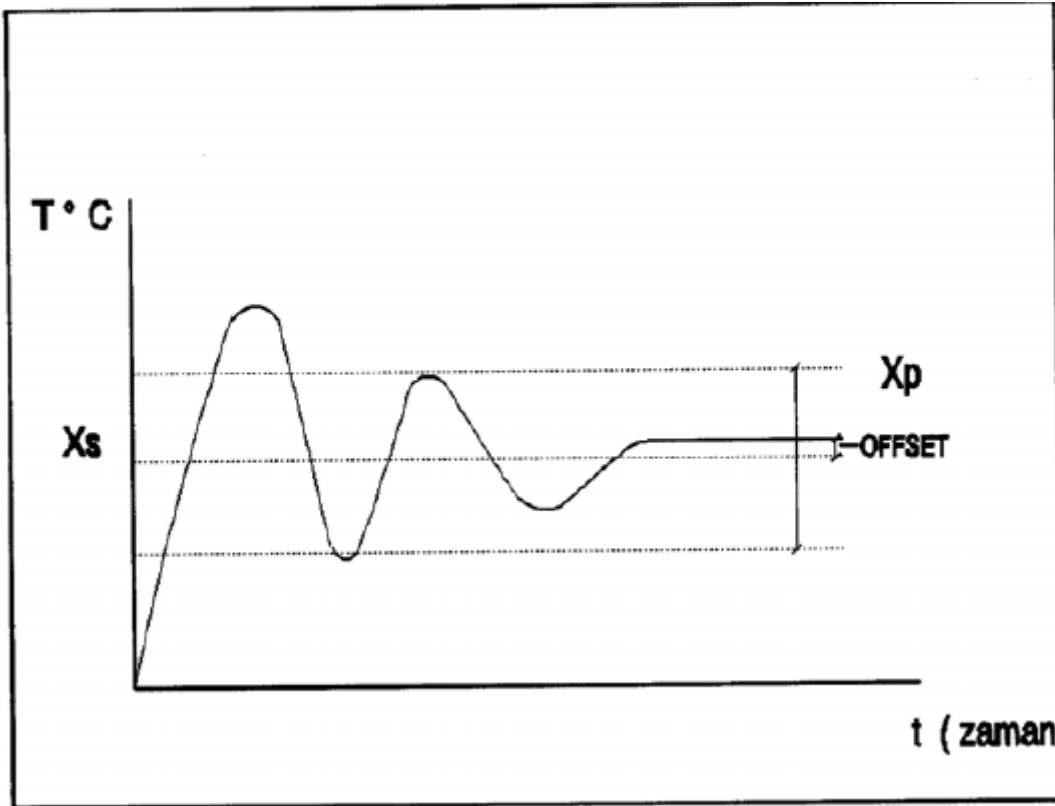
K_p = Oransal kazanç

e = Hata sinyali veya offset

V_o = Offset düzeltme parametresi

formülüyle de ifade edilebilir.

Aşağıda sembolize edilen oransal kontrol reaksiyon eğrisinden de gözüktüğü gibi; set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka **sapma (off-set)** denir. Sapma'yı azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak oransal band küçüldükçe, iki konumlu (on-off) kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir ve sistem dengeye oturamaz.



Oransal Kontrol (P) Değişken-zaman eğrisi

Geniş oransal bant seçeneğinde ise sapma'nın daha büyük olacağı düşünülürse; oransal bant seçiminin kullanıldığı prosesin şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekmektedir . Oransal bant bir çok proste tam skala değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanıp yaygın olarak kullanılıyorsa da yine bazı proseslerde **kazanç** tanımı kullanılmaktadır.

Oransal band ve kazanç arasındaki bağlantıyı;

$$\text{Kazanç} = \%100 / \% \text{ oransal band}$$

olarak ifade edebiliriz. Yukarıdaki formülden görüldüğü gibi oransal bant daraldıkça kazanç artmaktadır .

ORANSAL+INTEGRAL KONTROL - PI (PROPORTIONAL + INTEGRAL)

Oransal kontrolde oluşan sapma'yı azaltmak veya ortadan kaldırmak için kontrol cihazı integratör (integral alıcı devre) kullanır . Ölçülen değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin zamana göre integrali alınır.

Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal bant kaydırılmış olur. Matematiksel olarak formülize edersek;

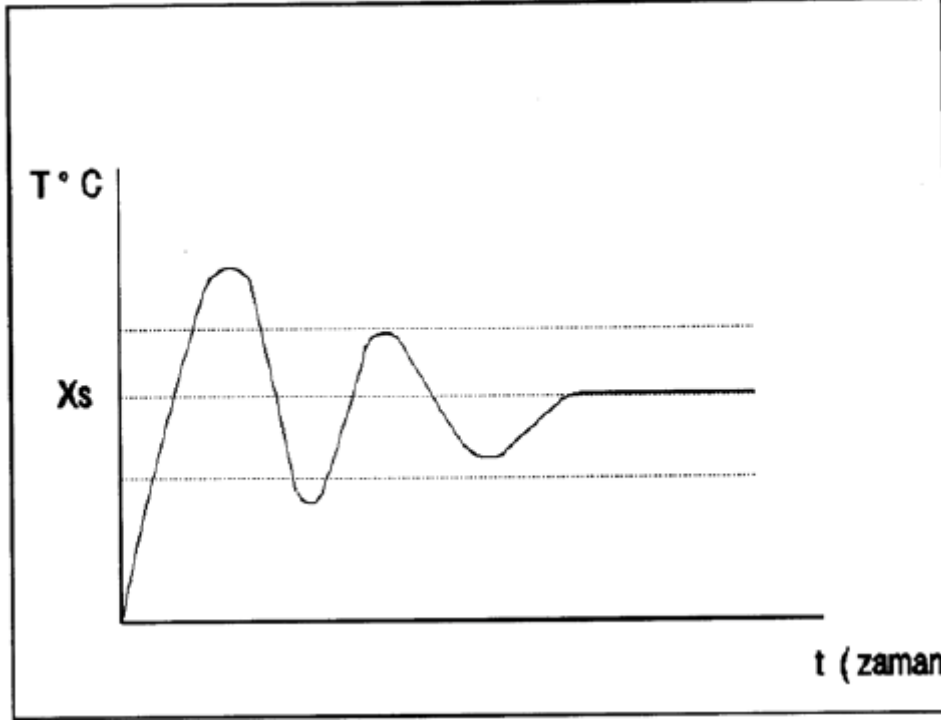
$$V_p = K_p \cdot e + K_i \cdot e \cdot t + V_o$$

V_p = Kontrol cihazı çıkışı

K_i = Integral kazanç

t = Zaman

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve proses değişkeni set değerine oturtulur . İntegratör devresi, gerekli enerji değişkenliğine set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kalmayınca kadar devam eder . Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. Bu durumda kontrol modülü çıkışı sabit kalacaktır. Böylece prosesin ihtiyacı olan düzeltmeyi yapacak kadar enerji kullanacaktır. Herhangi bir şekilde sistem dengesi bozulup, proses değişkeni değeri set değerinden uzaklaşacak olursa tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkisini gösterir .



Oransal Kontrol (PI) değişken-zaman eğrisi

Yukarıdaki şemada, sapması kalkmış bir oransal + integral kontrol reaksiyon eğrisinden de görüleceği gibi; Oransal + İntegral kontrolün en belirgin özelliği sistemin başlangıcında proses değişkeni değeri, set değerini önemli bir miktarda aşarak ilk yükselme noktasını oluşturur. **Üst tepe değeri** (overshoot) olarak tanımlanır. Üst tepe değerini alt tepe değeri izler (undershoot). Set değeri etrafında sistem yük değerine bağlı olarak birkaç kere salınım yaptıktan sonra, set değerine oturur. Sistem reaksiyon eğrisinde başlangıçtan itibaren olmak üzere eğrinin set değeri etrafındaki tolerans bandına (bir daha çıkmamak üzere) giriş yaptığı noktaya kadar geçen zaman, sistemin kararlı (dengeye oturmuş) rejim süresidir. Başlangıçtan itibaren bu noktaya kadar geçen zaman aralığında sistem set değeri etrafında salınım yapar ve kararsız bir davranış sergiler (kararsız rejim).

Otomatik kontrol sistemlerinde amaç salınımları oldukça azaltıp sistemi kararlı rejime oturtmaktır. Kararlı rejim süresi sistemin zaman sabiti ile doğru orantılıdır. Pratik olarak sistemler, üç zaman sabiti süre toplamı sonunda %66 oranında kararlı hale geçerler. Dört zaman sabiti süre toplamı sonunda ise sistem %98 oranında kararlı rejime geçmiş demektir. Her sistemin ve onu oluşturan alt sistemlerin farklı zaman sabitleri vardır.

ORANSAL+ TÜREVSEL KONTROL - PD (PROPORTIONAL + DERIVATIVE)

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal + türevsel kontrol ile de azaltılabilir. Oransal + Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi alınır. Türevi alınan fark sinyali, tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur. Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu overshoot-undershoot'ları azaltmak içindir.

Set değeri ile ölçülen değer arasındaki farkın türevinin alınması işlemi , prosesin reaksiyon hızının saptanarak prosesin cevabına göre çıkış sinyali ayarlanacaktır. Böylece proseste meydana gelen aşırı üst ve alt noktaların oluşması önlenecektir. Türev fonksiyonunun en büyük özelliği , dinamik cevabın çok iyi olmasıdır. Türevsel etki düzeltici etkisini çok hızlı bir şekilde gösterecektir.

Bütün bu özelliklerine rağmen türev Overshoot ve Undershoot'ları azaltırken çok aktif olsa bile hatanın çok ufak olması durumlarında çok da etkili değildir. Bu özelliğinden dolayı bir miktar sapma kalabilir .

Türevsel etki, düzeltici etkisini hızlı bir şekilde gösterdiği için hızlı değişimlerin olduğu kısa süreli proseslerde kullanılması uygundur. Sürekli tip uzun süreli proseslerde ve sapma istenmeyen durumlarda PI veya PID tip seçilebilir .

ORANSAL + INTEGRAL + TÜREVSEL KONTROL - PID (PROPORTIONAL + INTEGRAL + DERIVATIVE)

Kontrolü güç, diğer kontrol türlerinin yeterli olmadığı proseslerde tercih edilen bu kontrol türünde; oransal kontrolde oluşan sapma, integral fonksiyonu ile giderilir . Meydana gelen üst tepe noktaları (overshoot) ve alt tepe noktaları (undershoot) bu kontrole türevsel etkininde eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen ortadan kaldırılır .

PID kontrolü matematiksel olarak formüle edersek;

$$V_p = K_p \cdot e + K_i \cdot e \cdot t + K_d \cdot \frac{e}{t} + V_o$$

K_d : Türevsel Kazanç
e/t : Hatanın Türevi

Esas amacı ayar değeri ile ölçüm değeri arasındaki hatayı sıfıra indirmek ve bu sayede istenilen değere ulaşmak olan tüm kontrol türlerinde; Oransal (P), integral (I), Türev (D) parametrelerinin uygun bir şekilde ayarlanmaları sayesinde kontrol edilen değişkenin ayar değerine;

- Minimum zamanda
- Minimum üst ve alt tepe (overshoot ve undershoot) değerlerinden geçerek ulaşmasını sağlarlar.

İntegral ve türevsel parametrelerin söz konusu olmadığı ve sadece P tip kontrol cihazları ile kurulan sistemlerde de dengeye ulaşmak mümkündür . Ancak sadece P'nin aktif olduğu bu tür kontrol sistemlerinde az da olsa set değeri ile kontrol edilen değer arasında sıfırdan farklı + veya - değerinde ve de sıfıra indirilmeyen bir sapma mevcuttur. Sadece P ile kontrol edilen böyle bir sisteme I'nın ilavesi sapmayı ortadan kaldırmaya yöneliktir . Diğer bir deyişle P+I türündeki bir kontrol cihazı ile denetlenen bir proseste normal şartlar altında sistem dengeye oturduktan sonra sapma oluşması söz konusu değildir. İntegral etki sapmayı sıfıra indirirken sisteme faz gecikmesi katarak sistemin kararlılığını azaltır.

Bununla beraber integral zamanın çok kısa olması prosesin osilasyona girmesine neden olabilir . P+I denetim mekanizmasına D ilavesi ise set değerine ulaşmak için geçen zamanı kısaltmaya yaramaktadır. Diferansiyel etki sisteme faz avansı getirir ve sistemin kararlı hale gelmesinde yardımcı olur. Böylece büyük orantı kazançları elde edilebilir. Fakat büyük nakil gecikmeleri olan sistemlerde diferansiyel etkinin önemi çok azalır.

OPTİMUM PERFORMANS İÇİN P , I , D PARAMETRELERİNİN AYARLANMASI

Bu bölümde yukarıda anlatılan açıklamaların daha anlaşılır olması amacıyla örnek bir parametre ayarlama çalışması anlatılacaktır.

Kısaca P-I-D olarak adlandırılan parametreler İngilizce karşılıkları olan (P)roportional , (I)ntegral ve (D)erivative kelimelerinin baş harfleri olup , sırasıyla Oransal – İntegral ve Türevsel anlamına gelmektedir.

Yapılacak parametre ayarlaması her türlü proses için aynı olmakla birlikte ; Set değerine oturma zamanı , hataya karşı sistemin vereceği reaksiyon zamanı, alt ve üst tepe salınımların optimum değerleri doğal olarak prostesten prostese değışiklik göstereceğinden ortaya çıkacak olan P , I , D değerleri de doğal olarak farklı olacaktır.

Daha iyi anlaşılması için açıklayacak olursak sıcaklık kontrolü için ayarlanan optimum PID değerleri seviye kontrolü için geçerli olmayabilir. Ancak ufak tefek farklılıklarla birbirine benzeyen iki prosteste , yine ufak tefek değer değışiklikleri ile kullanılabilir.

PID parametreleri prostesin ilk defa çalıştırılması sırasında ayarlanan değerler olup , sistemde herhangi bir değışiklik yapılmadığı sürece tekrar ayarlanmasına gerek yoktur.

Yapılan PID parametreleri ayar işleminin tamamlanmasından sonra **ÖLÇÜM DEĞERİ SET DEĞERİNİ** yakalamışken aşağıdaki durumlar kontrol edilir;
*Set değerinin eksi veya artı yönde değıştirilmesi
*Kontrol edilen sistemde meydana gelen ani değışikliklerin oluşması sırasında görülecektir.

Açıklanacak olan parametre ayarlama metodu gayet basit ve pratik olanıdır. PID parametrelerinin ayarlaması esnasında parametreleri giren kişilerin proses hakkındaki tecrübe ve bilgileri şüphesiz PID parametrelerinin daha kısa zamanda ve en az deneme yanılma ile tespit edilmesini sağlayacaktır.

Ayarlama işlemine başlamadan önce sistemin olası alt ve üst sapsmalarda herhangi bir problem çıkarıp çıkarmayacağından emin olmalısınız. Eğer sistemin alt ve üst tepelere ulaşması durumu sisteme zarar verebilecekse öncelikle bilinen PID değerleri ile başlamak daha doğru olacaktır.

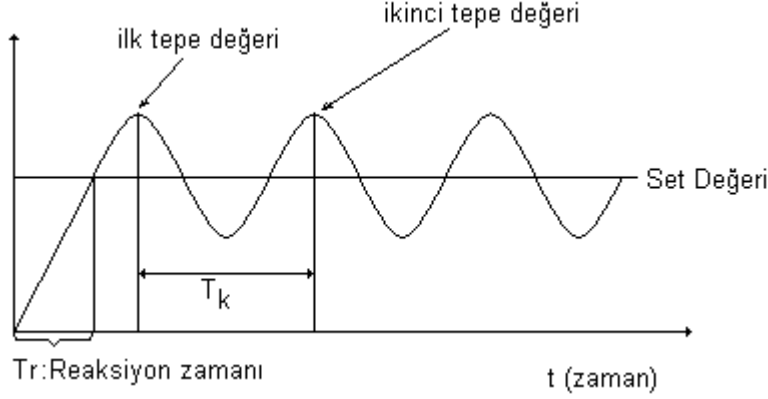
Eğer bu bilgilere sahip değilseniz ilk olarak P'yi %100 'e ,I'yı maksimuma (OFF) ve D'yi minimuma (OFF) getiriniz.

Bu durumda kontrol cihazı integral ve türev etkisinden olmaksızın sadece oransal cihaz olarak çalışacaktır.

Daha sonra SET DEĞER'ini ayarlayınız. Cihaz çalışır çalışmaz istenilen set değerine göre , kontrol edilen değeri set değerine ulaştırmaya çalışır. Buna bir örnek vermek gerekirse sıcaklık kontrolü yapılan bir prosteste set değerini 50 dereceye

ayarladığımızda , ölçülen sıcaklık değeri set değerinden küçük ise sıcaklığı yükseltecek veya ölçülen sıcaklık değeri set değerinden büyükse ise sıcaklığı düşürecektir.

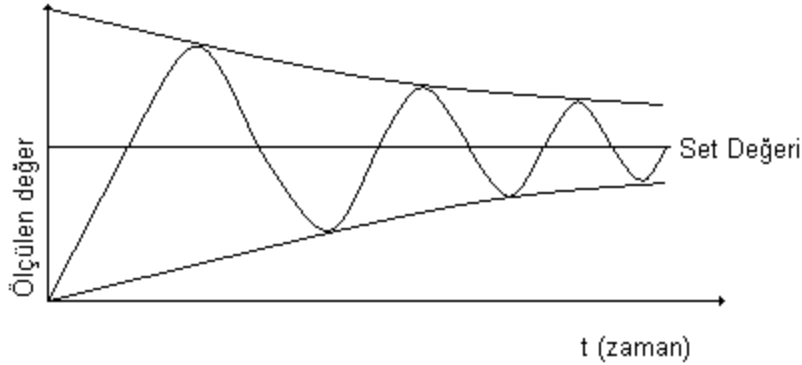
Sistemin devreye alındığı andan SET DEĞERİne ulaşmasına kadar geçen zamanı not ediniz.



Yukarıda Tk ve Tr 'nin tanımı yapılmıştır.

Bu zaman sistemin REAKSİYON ZAMANIDIR. Bu değer ileriki safhalarda beklenilmesi gereken zaman olarak dikkate alınmalıdır.

Eğer sistem azalan bir salınım yapıyorsa bu durumda P değerini %20 azaltarak yine salınımı izlemek gerekir.



Azalan salınım reaksiyon eğrisi

İzleme işlemi varsa bir kayıt cihazı ile yoksa zamana karşılık izlediğimiz değerleri kağıda yazarak yapılabilir.

Yukarıda belirtilen %20 lik azaltmalara sabit salınımlar elde edilinceye kadar devam edilir. Sistemin SABİT GENLİKLİ OSİLYASYON'a girdiği değer PROSESİN KRİTİK NOKTASI olup ilk iki üst tepe değeri ile ikinci üst tepe değeri arasındaki ZAMANI $T_k =$ (Salınım zamanı) olarak not ediniz. Zaman birimi saniye olarak alınmalıdır. Çünkü integral ve türev parametreleri birimide saniyedir.

Bu tespitle birlikte ayarlamalar için gerekli datalar elde edilmiş olmaktadır. Sabit Genlikli Osilasyonu yakalamış olduğumuz P değerini P_k değeri olarak ayrıca not ediniz.

Bundan sonra alınan bu değerler kullanılarak P , I , D parametreleri hesaplanır ve uygulanır.

P'yi $1.6 P_k$ ---PID ve PD kontrol için
 $2.2 P_k$ ---PI kontrol için
 $2.0 P_k$ --Sadece P kontrol için

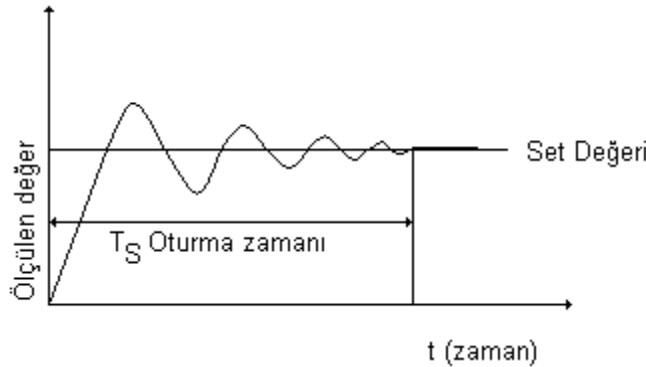
I'yi $T_k/2$ --- PID kontrol için
 $T_k/1.2$ --PI kontrol için

D'yi $T_k/8$ ---PID kontrol için
 $T_k/12$ – PD kontrol için

Yapılan hesaplamalar kontrol cihazına girilir. Böylece cihazın optimum performansta çalışması sağlanmış olur.

Eğer istenirse bu değerler hassas ayar amacı ile bir miktar sistemin tepkisi izlenerek artırılıp azaltılır.

Bu çalışmaların tamamlanması sonrasında salınım SET DEĞERİNE OTURACAKTIR. Bu süreye T_s = Oturma zamanı denilmektedir. Sistemden sisteme yarım saatten 5-6 saate kadar uzun olabilir.



Set değerine oturma zamanı

Set değerinin yakalanmasıyla , gerek set değerinde yapılan değişiklikler , gerekse de bozucu etkilerden dolayı oluşan dengesizlikler sonucu ortaya çıkan etkenler (DISTURBANCES) nedeni ile denetim mekanizması tekrar devreye girerek , ölçü değerini set değerine oturtmak üzere harekete geçecektir.

Artık sistemi kontrol eden KONTROL CİHAZI proste oluşan değişikliklerde SET EDİLMİŞ BULUNAN P , I , D parametrelerinin etkisi altında gerekli tepkileri gösterip tekrar ölçü değerini set değerine oturtacaktır.

Proste kontrol edilen büyüklüklere , prosesin hızına , istenilen hassasiyete , dış etkilere (bozucu etkiler) , ölçüm elemanlarının ve nihai kontrol elemanlarının doğruluğuna bağlı olarak P , I , D parametreleri değişecektir.