



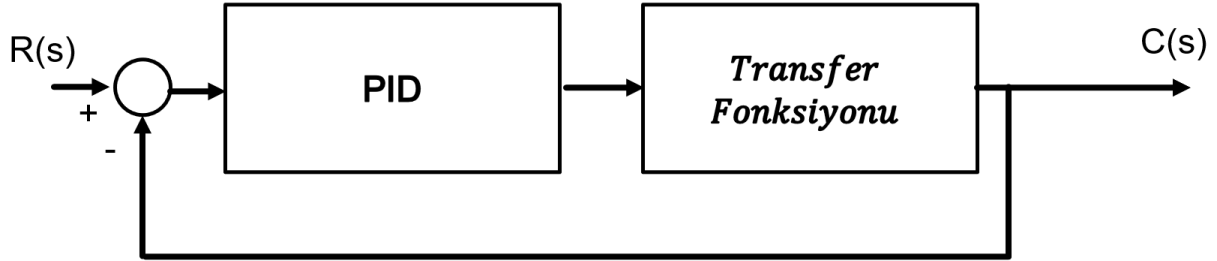
T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Dr.Öğr.Üyesi Mert ŞENER

Otomatik Kontrol Laboratuvarı

PID Denetleyici Tasarımı ve Ziegler-Nichols Kapalı Çevrim Yöntemi

Otomatik Kontrol deneyinin amacı, endüstride en çok kullanılan kontrolcü tipi olan PID (Oransal-İntegral-Türevsel) denetleyicilerin parametrelerinin (K_p , K_i , K_d), sistemin matematiksel modeli üzerinden deneysel bir yaklaşımla (Ziegler-Nichols Kapalı Çevrim Yöntemi) nasıl ayarlanacağını öğrenmek ve bilgisayar ortamında uygulamaktır.



Şekil 1 Standart bir PID kontrolcünün gösterimi

Kontrol edilecek sistemin başına eklenecek bir kontrolcünün parametrelerini belirlemek önemli bir kontrol problemidir. Şekil 1’de belirtilen standart bir PID kontrolcü ve kontrol edilecek sistemin bulunduğu geri beslemeli bir blok diyagramı görülmektedir. Belirlenen referans ($R(s)$) değeri ile çıktı ($C(s)$) arasındaki fark hatayı oluşturmaktadır. Kontrolün amacı ise oluşan bu hatayı en aza indirmek veya sıfırlamaktır. Bunun için en uygun parametrelerin seçilmesi gerekmektedir.

Bir PID denetleyicinin transfer fonksiyonu genel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$\text{PID kontrolcü genel gösterim: } G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

Bu katsayıların rastgele seçilmesi sistemi kararsızlığa sürükleyebilir. Ziegler-Nichols, 1942 yılında bu katsayıları bulmak için sistematik bir yöntem önermiştir (*Optimum Settings for Automatic Controllers* (Ziegler and Nichols, 1942). "Salınım/Titreşim Yöntemi (Sınır Kararlılık)" yöntemi şu yolları takip edilerek kullanılabilir (K. Ogata, 2002):

1. Sistem sadece Oransal (K_p) kontrolcü ile çalıştırılır. Yani integral kontrolcü sonsuza, türev kontrolcü ise sıfıra ayarlanır.
2. Kazanç (K_p) sıfırdan başlanarak, sistem çıkışında **sönümlenmeyen, sürekli ve sabit genlikli bir salınım** elde edilene kadar artırılır.
3. Bu durumun sağlandığı kazanç değerine **En yüksek kazanç (K_{pmax})**, bu salınının bir tam tur süresine ise **Kritik Periyot (P_u)** denir.

Elde edilen K_{pmax} ve P_u değerleri, aşağıdaki standart Ziegler-Nichols tablosuna (Tablo 1) yerleştirilerek optimal katsayılar bulunur:

Tablo 1 PID parametrelerinin kritik kazanca ve zamana göre seçilmesi

Etki Türü	K _p	T _i	T _d
P	0.5 K _{pmax}	-	-
PI	0.45 K _{pmax}	0.825 P _u	-
PID	0.65 K _{pmax}	0.5 P _u	0.125 P _u

Bu salınım durumuna gelmesi analitik yöntemlerle de belirlenebilmektedir. Routh-Hurwitz kararlılık kriterlerini uygulayarak sistemin marjinal kararlı olduğu durumlardan belirlenebilir. Bu sayede K_{pmax} elde edilir. Elde edilen bu marjinal kararlı durumdaki köklerden yararlanarak sistemin salınım frekansı ve buna bağlı olarak da periyodu bulunabilmektedir(Nise, 2015).

Bu bilgilere göre, aşağıda belirtilen Transfer Fonksiyonuna uygun olan PID kontrolcüsünün bulunması istenmektedir.

Deney Raporunda İstenenler

$$\text{Transfer Fonksiyonu} = \frac{1}{s^3 + 30s^2 + 50s + m}$$

Herkesin **öğrenci numarasının son 3 hanesi m** yerine konularak transfer fonksiyonu güncellenecektir.

1. Ziegler-Nichols yöntemine göre K_{pmax} ve P_u değerini bulunuz?
2. Gerekli düzenlemeleri yaparak PID kontrolcü parametrelerini belirleyin.
3. Buna göre K_{pmax} eklenmiş ve PID kontrolcü eklendikten sonraki sistemin zaman cevabını çizdiriniz.
4. Yaptığınız tüm işlemleri ve sonuçları yorumlayınız.

Kaynakça

K. Ogata. (2002). Modern Control Engineering. In *Control Engineering* (Vol. 17).
<https://doi.org/10.1109/TAC.1972.1100013>

Nise, N. S. . (2015). *Control systems engineering*. Wiley.

Optimum Settings for Automatic Controllers (Ziegler and Nichols, 1942).