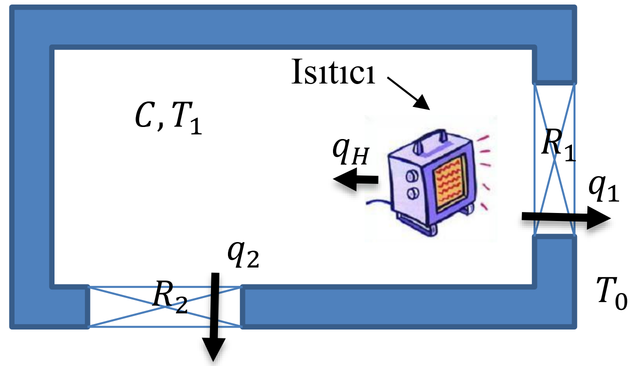
MAK403 OTOMATİK KONTROL
KISA SINAV 2
02/11/2018
Dr. Nurdan Bilgin

Gerekli Temel Formüller;

1. $C\dfrac{dT}{dt} = \sum q$ 2. $Rq = \Delta T$

Soru 1: Dışarıya açılan iki farklı penceresinin ısıl dirençleri sırasıyla R_1 ve R_2 olan ve ısı iletim oranı q_H olan ısıtıcıyla ısıtılan odanın ısıl kapasitesi $C = mc$ dir. Odanın sıcaklığı T_1, dış ortam sıcaklığı ise T_0 dır.

Sistemin transfer fonksiyonları q_H *ve* T_0 sistemin girişlerini T_1'de sistemin çıkışını gösterecek şekilde bulunuz.



Çözüm:

$$C\frac{dT_1}{dt} = q_H - q_1 - q_2$$

$$T_1 - T_0 = q_1 R_1$$

$$T_1 - T_0 = q_2 R_2$$

$$CsT_1(s) = Q_H(s) - \frac{(T_1(s) - T_0(s))}{R_1} - \frac{(T_1(s) - T_0(s))}{R_2}$$

$$CR_1R_2sT_1(s) = R_1R_2Q_H(s) - R_2(T_1(s) - T_0(s)) - R_1(T_1(s) - T_0(s))$$

$$[CR_1R_2s + R_1 + R_2]T_1(s) = R_1R_2Q_H(s) + (R_1 + R_2)T_0(s)$$

$$T_1(s) = \frac{R_1R_2}{CR_1R_2s + R_1 + R_2}Q_H(s) + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + R_1 + R_2}T_0(s)$$

Soru 2: Öğrencilerden yukarıdaki sistemi oransal kontrol kullanarak kontrol etmeleri; ısıtıcının performansını ayarlayarak odayı sürekli olarak $T_R = 25$°C'de tutmaları istenmiştir. İki farklı yaklaşım ortaya çıkmıştır. Bir grup öğrenci sadece odanın ısısını geri bildirerek kontrol geliştirmiş, diğer bir grup öğrenci de hem odanın ısısını geri bildirerek hem de dış ortam ısısını sürekli ölçüp kontrolcüye girdi olarak vererek sistemi kontrol etmiştir.

a.) Aynı oransal kazanç seçildiğinde hangi grubun yaptığı kontrol daha verimli olacaktır.
b.) Aşağıda blok diyagramları verilen her iki kontrol uygulamasının transfer fonksiyonunu blok diyagram indirgeme kurallarından birini kullanarak bulunuz.
c.) $K_p = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}$ için elde ettiğiniz transfer fonksiyonlarını karşılaştırınız.

Çözüm 2:

a.) Bozucu girişi tahmin etmek ve/veya ölçerek kontrol sistemine bildirerek bozucu girişin sistem üzerindeki etkisi azaltılabilir veya kaldırılabilir. Bu nedenle ikinci grubun yaptığı kontrol uygulaması tüm koşullar aynı kaldığı durumda daha verimli olacaktır.
b.) Cebirsel olarak bulunabilecek kadar kısa blok diyagramları dolayısıyla şu şekilde bulmak mümkündür.
Birincisi için

$$(T_r - T_1) * K_p * \frac{R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)} + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_0 = T_1$$

$$\frac{R_1R_2K_p}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_0 = \left[1 + \frac{K_pR_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1 \quad (1)$$

İkincisi için

$$(T_r - T_1 - T_0) * K_p * \frac{R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)} + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_0 = T_1$$

$$\frac{R_1R_2K_p}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \left[\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)} - \frac{R_1R_2K_p}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_0 = \left[1 + \frac{K_pR_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1 \quad (2)$$

c.) $K_p = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}$ için elde ettiğiniz transfer fonksiyonlarını karşılaştıralım

Birincisinde (1) denkleminde ilgili değeri yerine yazalım.

$$\frac{R_1R_2\frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_0 = \left[1 + \frac{\frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1$$

$$\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_0 = \left[1 + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1$$

Bozucu girişin etkisi sitemi etkilemeye devam ediyor. Aynı K_p değerini şimdide ikinci denklemde yerine koyalım.

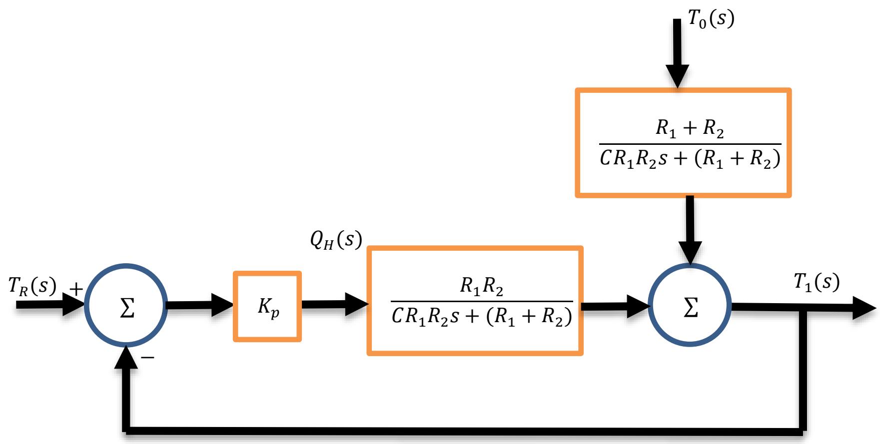
$$\frac{R_1R_2\frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \left[\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)} - \frac{R_1R_2\frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_0 = \left[1 + \frac{\frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1$$

$$\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r + \underbrace{\left[\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)} - \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]}_{0}T_0 = \left[1 + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1$$

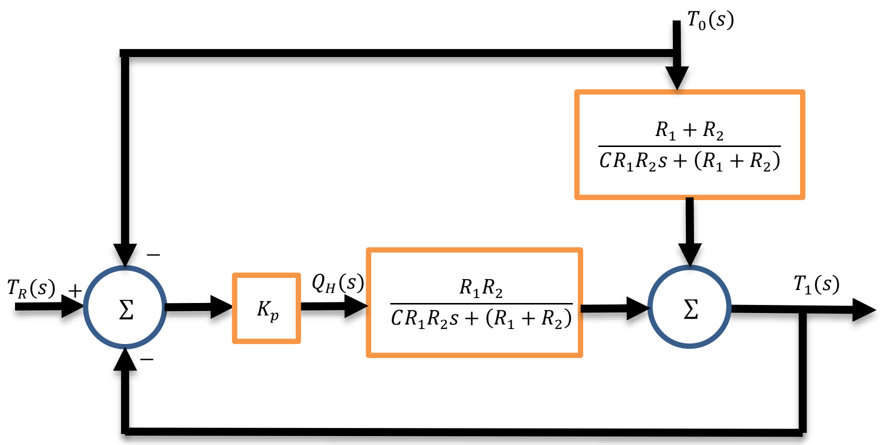
$$\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}T_r = \left[1 + \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}\right]T_1$$

$$\frac{T_1}{T_r} = \frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + 2(R_1 + R_2)}$$

İkinci denklemde ise bu şekilde dış bozucu girişin etkisi ortadan kaldırılmış olmaktadır.



$T_0(s)$
$\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}$
$Q_H(s)$
$T_R(s)$
+
Σ
K_p
$\frac{R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}$
Σ
$T_1(s)$
$-$



$T_0(s)$
$\frac{R_1 + R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}$
$-$
$T_R(s)$
+
Σ
K_p
$Q_H(s)$
$\frac{R_1R_2}{CR_1R_2s + (R_1 + R_2)}$
Σ
$T_1(s)$
$-$