



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
26 KASIM 2023 ARA SINAV

Dr. Nurdan Bilgin

Sınav Süresi 120 dakikadır. Soruların notça ağırlıkları yanlarında yazılmıştır. Başarılar

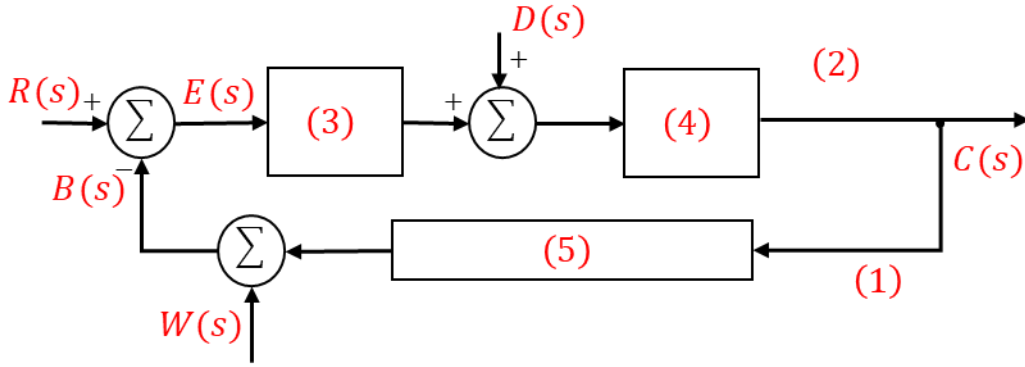
Ad Soyad:

Öğrenci No:

SORULAR

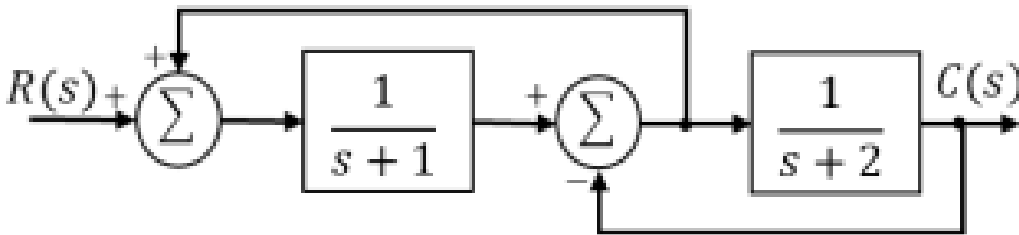
Soru 1 (11 puan): Aşağıdaki blok diyagramında harfler ve numaralar şeklinde gösterilen kavramların açık adları tabloda yazılmıştır. Harfler ve numaralar ile kavramları eşleştiriniz.

Çözüm 1:



Kavram	Simge
Geri Bildirim	(1)
İleri Bildirim	(2)
Referans Giriş	R(s)
Çıkış	C(s)
Ölçülen Çıkış	B(s)
Kontrolcü	(3)
Kontrol Edilen Sistem	(4)
Sensör	(5)
Bozucu Giriş	D(s)
Hata	E(s)
Gürültü	W(s)

Soru 2 (19 puan): Aşağıda verilen blok diyagramını indirgeyerek giriş R(s) çıkış C(s) olacak şekilde kapalı çevrim transfer fonksiyonunu elde ediniz.





ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
26 KASIM 2023 ARA SINAV

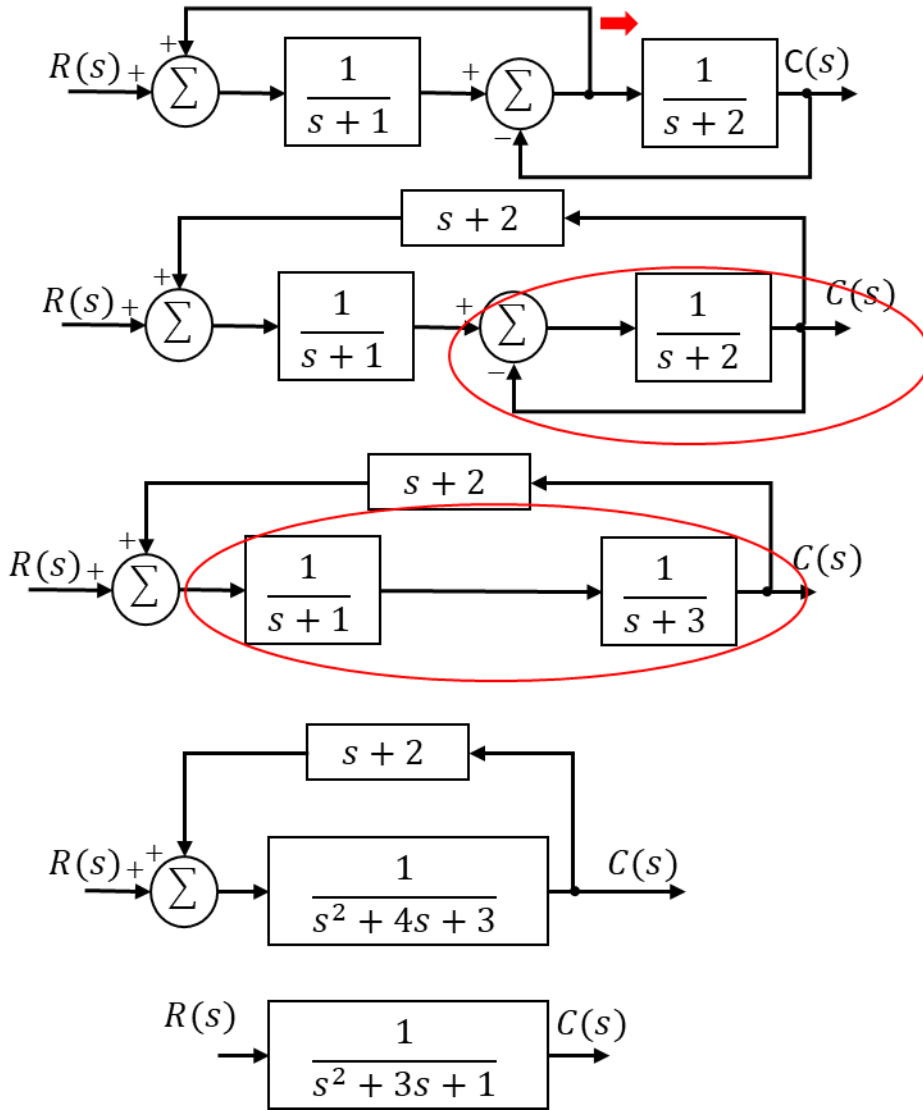
Dr. Nurdan Bilgin

Sınav Süresi 120 dakikadır. Soruların notça ağırlıkları yanlarında yazılmıştır. Başarılar

Ad Soyad:

Öğrenci No:

Çözüm 2: Birinci Yaklaşım



İkinci Yaklaşım

$$(R(s) + a) * \frac{1}{s+1} - C(s) = a \text{ ve } a * \frac{1}{s+2} = C(s) \therefore a = C(s)(s+2)$$

$$(R(s) + C(s)(s+2)) * \frac{1}{s+1} - C(s) = C(s)(s+2)$$

$$R(s) * \frac{1}{s+1} = C(s) \left((s+2) + 1 - \frac{s+2}{s+1} \right)$$

$$R(s) * \frac{1}{s+1} = C(s) \left(\frac{s^2 + 3s + 1}{s+1} \right)$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{s^2 + 3s + 1}$$



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
26 KASIM 2023 ARA SINAV

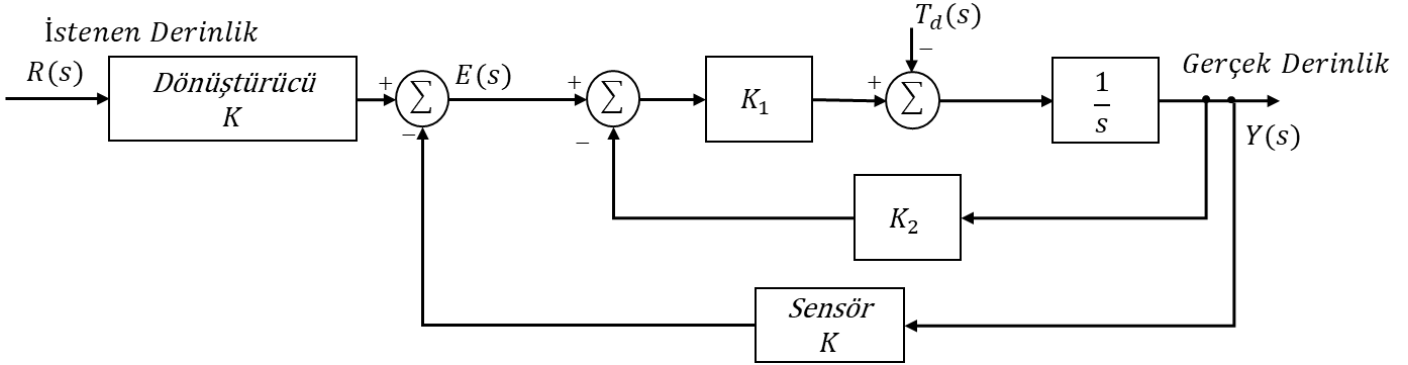
Dr. Nurdan Bilgin

Sınav Süresi 120 dakikadır. Soruların notça ağırlıkları yanlarında yazılmıştır. Başarılar

Ad Soyad:

Öğrenci No:

Soru 3: Aşağıda su altı seyri amaçlı kullanılan basit bir denizaltı aracının derinlik kontrolü için geliştirilen kontrol sisteminin blok diyagramı görünmektedir. Dönüştürücü eleman metre olarak istenen derinlik bilgisini, sensör ise metre olarak ölçülen derinlik bilgisini voltaja çevirerek sisteme bildirmektedir. Hem dönüştürücünün hem de sensörün dinamikleri K harfiyle simgelenmektedir. Gerçek derinlik bilgisi K_2 oranında filtrelenerek kontrolcüye geri bildirilmekte ve K_1 ile ifade edilen kontrol kazancı ile sistem kontrol edilmektedir. $T_d(s)$ dış bozucu girişini temsil etmektedir.



- a.) (10 puan) Yukarıda verilen blok diyagramı indirgeyerek giriş $T_d(s)$ çıkış $Y(s)$ olacak şekilde kapalı çevrim transfer fonksiyonunun aşağıdaki gibi elde edilebileceğini kanıtlayınız.

$$D(s) = \frac{Y(s)}{T_d(s)} = \frac{-1}{s + K_1(K + K_2)}$$

- b.) (10 puan) a şıkkında bulduğunuz kapalı çevrim transfer fonksiyonunun K parametresindeki değişikliklere karşı hassasiyetini hesaplayınız.
- c.) (10 puan) b şıkkında bulduğunuz, bozucu girişin K kazancına bağlı hassasiyeti ilişkisinde $K_1 = K_2 = K = 1$ iken ve $K_1 = K_2 = 1$ ve $K = 1000$ iken sistemin bozucu girişe karşı hassasiyetini karşılaştırınız. Hangi durumda bozucu giriş daha iyi baskılanır.

İpucu:

$$S_K^D = \frac{K}{D} \frac{\partial D}{\partial K}$$

Çözüm 3: a şıkkı

$$[\{ KR(s) - KY(s) - K_2Y(s) \} K_1 - T_d(s)] * \frac{1}{s} = Y(s)$$

$$KK_1R(s) - T_d(s) = (s + K_1(K + K_2))Y(s)$$

$$\frac{KK_1}{s + K_1(K + K_2)} R(s) - \frac{1}{s + K_1(K + K_2)} T_d(s) = Y(s)$$

$$D(s) = \frac{Y(s)}{T_d(s)} = -\frac{1}{s + K_1(K + K_2)}$$

B şıkkı

$$S_K^D = \frac{K}{D} \frac{\partial D}{\partial K} = \frac{K}{-\frac{1}{s + K_1(K + K_2)}} \cdot \frac{K_1}{(s + K_1(K + K_2))^2} = -\frac{KK_1}{s + K_1(K + K_2)}$$



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
26 KASIM 2023 ARA SINAV

Dr. Nurdan Bilgin

Sınav Süresi 120 dakikadır. Soruların notça ağırlıkları yanlarında yazılmıştır. Başarılar

Ad Soyad:

Öğrenci No:

C şıkkı

Hassasiyet için bulduğumuz ilişkide her iki durum için verilen değerleri yerine yazarsak

1. Durum

$$S_K^D = -\frac{0.01}{s + 1.01}$$

2. Durum

$$S_K^D = -\frac{1000}{s + 1001}$$

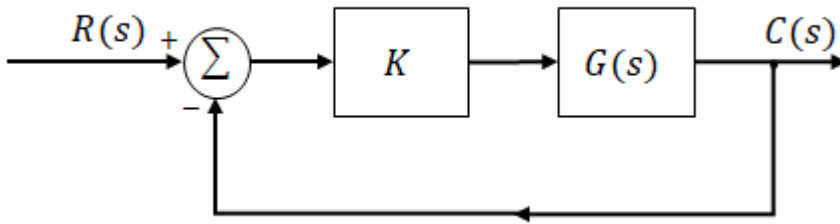
Birinci durumda sistem sıfıra ikinci durumda ise -1e yakınsar yani büyük K seçimi dış bozucudan daha çok etkilenileceği anlamına gelir. Büyük K seçiminde sistem bozucu girişe karşı daha hassas olur. Birinci durumda bozucu giriş daha iyi baskılanır.

Soru 4:

a.) (20 puan) Aşağıda transfer fonksiyonu verilen sistemin kararlı olup olmadığını belirleyiniz

$$G(s) = \frac{5s + 1}{s^3 + s^2 + 2s + 3}$$

b.) (20 puan) Birim geri bildirim ve oransal kontrol kullanarak sistemi kontrol etmek istesek K'nın alabileceği değerleri bulunuz.



Çözüm 4:

A şıkkı

Üçüncü dereceden bir sistem içinler çarpımı küçüktür dışlar çarpımı ($1 \cdot 2 < 1 \cdot 3$) olduğu için sistem kararsızdır. Bu kuralı hatırlamıyorsak routh tablosunu da kullanabiliriz. Tabloda sol sütunda işaret değişimi var o halde sistem kararsızdır ve iki kere işaret değişimi olduğu için kararsızlığa neden olan iki kutup vardır.

	1	2
3	1	2
2	1	3
1	-1	0
0	3	

B Şıkkı



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
26 KASIM 2023 ARA SINAV

Dr. Nurdan Bilgin

Sınav Süresi 120 dakikadır. Soruların notça ağırlıkları yanlarında yazılmıştır. Başarılar

Ad Soyad:

Öğrenci No:

Önce kapalı çevrim kontrol sistemin transfer fonksiyonunu K parametresine bağlı olarak bulalım.

$$M(s) = \frac{\frac{K(5s+1)}{s^3+s^2+2s+3}}{1 + \frac{K(5s+1)}{s^3+s^2+2s+3}} = \frac{K(5s+1)}{s^3+s^2+(5K+2)s+(3+K)}$$

Kararlılık için içler çarpımı büyüktür dışlar çarpımı olmalı o halde

$$1 \cdot (5K+2) > 1 \cdot (3+K) \Rightarrow 4K > 1 \Rightarrow K > \frac{1}{4}$$