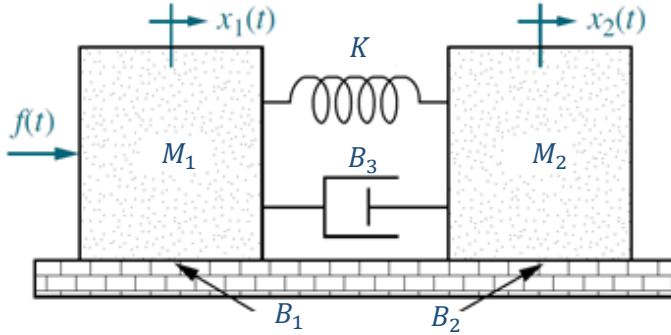




Ad Soyad
Öğrenci No:

SORULAR ve ÇÖZÜMLER

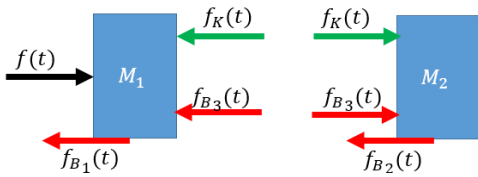


Soru 1 (25 puan): Yanda şekli verilen sistem, $f(t)$ dış kuvveti ile zorlanmaktadır. M_1 ve M_2 kütlesi ile yüzey arasında sırasıyla B_1 ve B_2 viskoz sürtünme katsayıları ile orantılı bir sürtünme mevcuttur. İki kütle birbirine K yay katsayısına sahip yay ve B_3 sönüm oranına sahip damper ile bağlıdır.

- a.) İki kütleli ayrı ayrı ele alarak serbest cisim diyagramlarını çiziniz
b.) Zaman tanım kümesinde 4 adet elemental denklem ve 2 adet yapısal denklem yazınız.

Not: Toplam kuvvet= kütle*ivme, Yay kuvveti= k *yerdeğiştirme, Sönüm kuvveti= b *hız olduğunu hatırlayınız.

Çözüm 1: a şıkkı



b şıkkı

$$f_K(t) = K(x_1(t) - x_2(t)), f_{B_3}(t) = B_3(\dot{x}_1(t) - \dot{x}_2(t)), f_{B_1}(t) = B_1\dot{x}_1(t), f_{B_2}(t) = B_2\dot{x}_2(t)$$

$$M_1\ddot{x}_1(t) = f(t) - f_{B_1}(t) - f_{B_3}(t) - f_K(t), M_2\ddot{x}_2(t) = f_{B_3}(t) + f_K(t) - f_{B_2}(t)$$

Soru 2 (20 puan): Aşağıda blok diyagramlarda simge/sembol/harflendirme/numaralandırma şeklinde gösterilen kavramların açık adları tabloda yazılmıştır. Simgelerle kavramları eşleştiriniz.

Kavram	Simge	Kavram	Simge
Geri Bildirim	(d)	Kapalı Çevrim	b
Ölçülen Çıkış	B(s)	Açık Çevrim	a
Üsteki Sistemin Çıkışı	Y(s)	Toplanma Noktası	(c)
Üst. Sis. Girişi	R(s)	Bozucu Giriş 1	$D_1(s)$
Alt. Sis. Çıkışı	$X_1(s)$	Bozucu Giriş 2	$D_2(s)$
Alt. Sis. Girişi	F(s)	Gürültü	W(s)
Üst Sistemin Kontrolçüsü	(1)	Alt Sistemin Kontrolçüsü	(3)
Sensör	(5)	Bozucu Giriş 1	$B_1(s)$
Hata	E(s)	Bozucu Giriş 2	$B_2(s)$
Kontrol Edilen Sistem (üst)	(2)	Kontrol Edilen Sistem (alt)	(4)



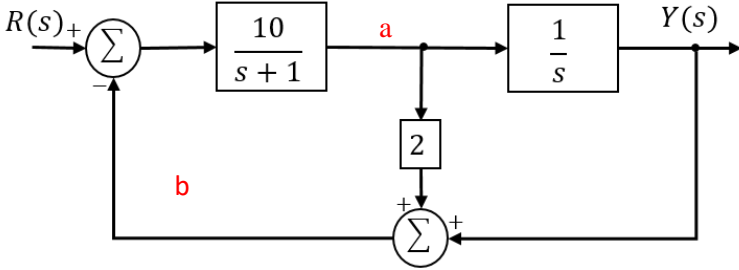
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL

30 KASIM 2022 ARA SINAV

Dr. Nurdan Bilgin

Ad Soyad
Öğrenci No:

Soru 3 (20 puan): Yanda verilen blok diyagramını indirgeyerek giriş $R(s)$ çıkış $Y(s)$ olacak şekilde kapalı çevrim transfer fonksiyonunu elde ediniz.



Çözüm 3:

$$\{R(s) - b\} * \frac{10}{s+1} = a, \frac{a}{s} = Y(s) \Rightarrow a = sY(s), 2a + Y(s) = b \Rightarrow b = 2sY(s) + Y(s) = Y(s)(2s + 1)$$

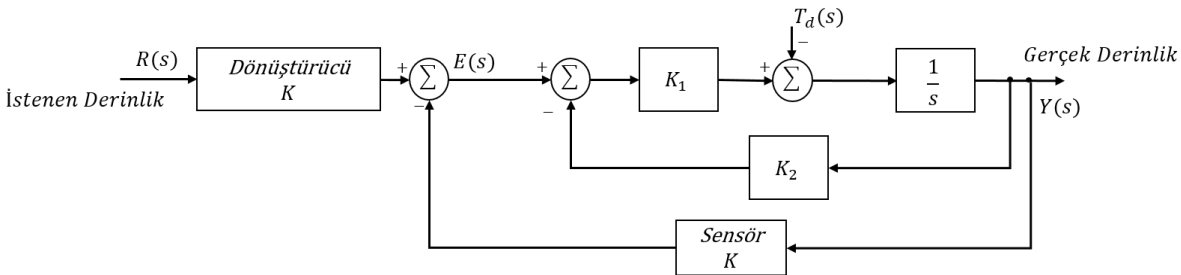
$$\{R(s) - b\} * \frac{10}{s+1} = a \Rightarrow \{R(s) - Y(s)(2s + 1)\} * \frac{10}{s+1} = sY(s)$$

$$R(s) * \frac{10}{s+1} - Y(s)(2s + 1) * \frac{10}{s+1} = sY(s)$$

$$R(s) * \frac{10}{s+1} = sY(s) + Y(s)(2s + 1) * \frac{10}{s+1} = \frac{s^2 + 21s + 10}{s+1} Y(s)$$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10}{s^2 + 21s + 10}$$

Soru 4: 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 girişi temsil etmektedir.



a.) (5 puan) Yukarıda verilen blok diyagramını indirgeyerek giriş $R(s)$ çıkış $Y(s)$ olacak şekilde kapalı çevrim transfer fonksiyonunun aşağıdaki gibi elde edilebileceğini kanıtlayınız.

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

Çözüm a:

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



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
30 KASIM 2022 ARA SINAV
Dr. Nurdan Bilgin

Ad Soyad
Öğrenci No:

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

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

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

b.) (10 puan) a şıkında bulduğunuz kapalı çevrim transfer fonksiyonunun K_1 parametresindeki değişikliklere karşı hassasiyetini hesaplayınız.

Çözüm b

$$S_{K_1}^M = \frac{K_1}{\frac{KK_1}{s + K_1(K + K_2)}} * \frac{K * (s + K_1(K + K_2)) - (K + K_2) * KK_1}{(s + K_1(K + K_2))^2}$$

$$S_{K_1}^M = \frac{(s + K_1(K + K_2)) - (K + K_2)K_1}{s + K_1(K + K_2)} = \frac{s}{s + K_1(K + K_2)}$$

c.) (10 puan) a şıkında bulduğunuz kapalı çevrim transfer fonksiyonunun K parametresindeki değişikliklere karşı hassasiyetini hesaplayınız.

$$S_K^M = \frac{K}{\frac{KK_1}{s + K_1(K + K_2)}} \frac{K_1 * (s + K_1(K + K_2)) - K_1 * KK_1}{(s + K_1(K + K_2))^2}$$

$$S_K^M = \frac{(s + K_1(K + K_2)) - KK_1}{s + K_1(K + K_2)} = \frac{s + K_1K_2}{s + K_1(K + K_2)} = \frac{s + K_1K_2}{s + K_1K_2 + KK_1}$$

d.) (10 puan) b ve c şıkında bulduğunuz hassasiyetleri azaltabilir misiniz, nasıl?

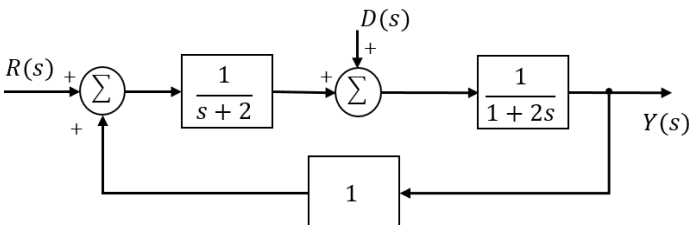
b şıkında $K_1(K + K_2) \rightarrow \infty$ iken $S_{K_1}^M \rightarrow 0$ olur. Böylece hassasiyet azalır. Ancak sadece K_1 in yeterince büyük seçilmesi ile bu başarılmaz. Eğer $(K + K_2)$ yeterince küçükse $(K + K_2) \rightarrow 0$ ise K_1 değerini seçimi önemsizleşir. Hem K_1 hem de $(K + K_2)$ 'den herhangi biri yeterince büyük seçilmelidir.

c şıkında da benzer şekilde $KK_1 \rightarrow \infty$ iken $S_K^M \rightarrow 0$ olur. $KK_1 \rightarrow \infty$ sağlanması için hem K hem de K_1 yeterince büyük seçilmelidir.

İpucu:

$$S_{K_1}^M = \frac{K_1}{M} \frac{\partial M}{\partial K_1} \text{ ve } S_K^M = \frac{K}{M} \frac{\partial M}{\partial K}$$

Soru 5 (20 puan): Aşağıda verilen blok diyagramı ele alarak



- a.) $\frac{Y(s)}{R(s)}$ transfer fonksiyonunu elde ediniz
b.) $\frac{Y(s)}{D(s)}$ transfer fonksiyonunu elde ediniz



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK403 OTOMATİK KONTROL
30 KASIM 2022 ARA SINAV
Dr. Nurdan Bilgin

Ad Soyad
Öğrenci No:
Çözüm 5:

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

$$\frac{1}{s+2}R(s) + D(s) = Y(s)(1+2s) - \frac{1}{s+2}Y(s)$$

$$\frac{1}{s+2}R(s) + D(s) = \frac{(s+2+2s^2+4s-1)}{s+2}Y(s)$$

$$\frac{1}{2s^2+5s+1}R(s) + \frac{s+2}{2s^2+5s+1}D(s) = Y(s)$$

a.) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{1}{2s^2+5s+1}$

b.) $\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{s+2}{2s^2+5s+1}$