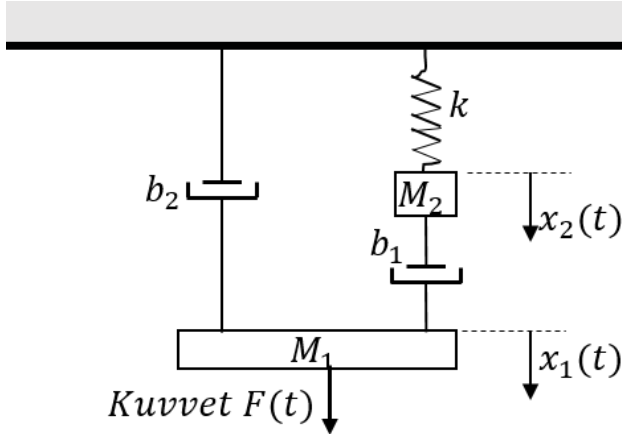




**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MAK403 OTOMATİK KONTROL**  
**18 KASIM 2022 KISA SINAV 1**  
**Dr. Nurdan Bilgin**

**SORULAR**

**Soru 1:**

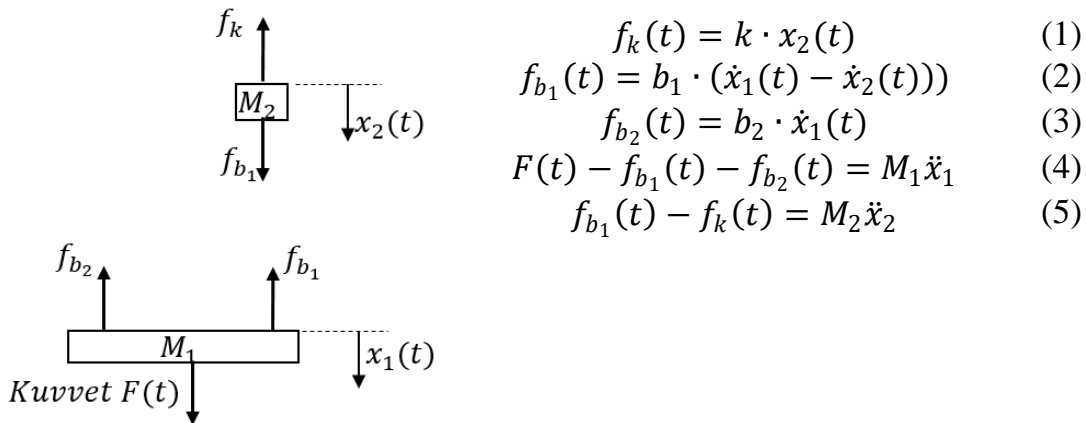


Yanda şekli verilen, iki kütle iki damper ve bir yaydan oluşan sistem  $F(t)$  kuvveti ile gerilmektedir. Pozitif yön aşağı olarak alınarak sistemin temel denklemleri aşağıdaki gibi çıkarılmıştır,

$$\begin{aligned} f_k(t) &= k \cdot x_2(t) & (1) \\ f_{b_1}(t) &= b_1 \cdot (\dot{x}_1(t) - \dot{x}_2(t)) & (2) \\ f_{b_2}(t) &= b_2 \cdot \dot{x}_1(t) & (3) \\ F(t) - f_{b_1}(t) - f_{b_2}(t) &= M_1 \ddot{x}_1 & (4) \\ f_{b_1}(t) - f_k(t) &= M_2 \ddot{x}_2 & (5) \end{aligned}$$

- a.) (20 puan) denklemlerin Laplace transformunu ve gerekli düzenlemeleri yaparak giriş  $F(s)$  çıkış  $X_1(s)$  olacak şekilde transfer fonksiyonunu bulunuz.
- b.) (30 puan) (1), (2) ve (3) denklemlerini (4) ve (5) denklemlerinde yerine koyduktan sonra giriş  $F(s)$  çıkış  $X_1(s)$  olacak şekilde detaylı blok diyagramını çiziniz.

**Çözüm 1:Çözümün soruya dahil edilmemiş bölümü**



**Çözümün soruya dahil edilmiş bölümü a. şıkkı**

$$F_k(s) = k \cdot X_2(s) \quad (1a)$$

$$F_{b_1}(s) = b_1 s \cdot (X_1(s) - X_2(s)) \quad (2a)$$

$$F_{b_2}(s) = b_2 s \cdot X_1(s) \quad (3a)$$

$$F(s) - F_{b_1}(s) - F_{b_2}(s) = M_1 s^2 X_1 \quad (4a)$$

$$F_{b_1}(s) - F_k(s) = M_2 s^2 X_2(s) \quad (5a)$$

(2a) ve (3a) denklemleri (4a)'da yerine yazılır

$$F(s) - b_1 s \cdot (X_1(s) - X_2(s)) - b_2 s \cdot X_1(s) = M_1 s^2 X_1(s) \quad (4a')$$

(2a) ve (1a) denklemleri (5a)'da yerine yazılır.

$$b_1 s \cdot (X_1(s) - X_2(s)) - k \cdot X_2(s) = M_2 s^2 X_2(s) \quad (5a')$$

(5a')  $X_2(s)$  yalnız bırakılacak şekilde düzenlenir.

$$X_2(s) = \frac{b_1 s}{M_2 s^2 + b_1 s + k} X_1(s) \quad (5a'')$$

(4a')  $F(s)$  yalnız bırakılacak ve farklı iki çıkışı içerecek şekilde düzenlenir.

$$F(s) = [M_1 s^2 + (b_1 + b_2)s]X_1(s) - b_1 s X_2(s) \quad (4a'')$$

(4a'') denkleminde bulunan  $X_2(s)$ 'in  $X_1(s)$  cinsinden karşılığı yazılır.

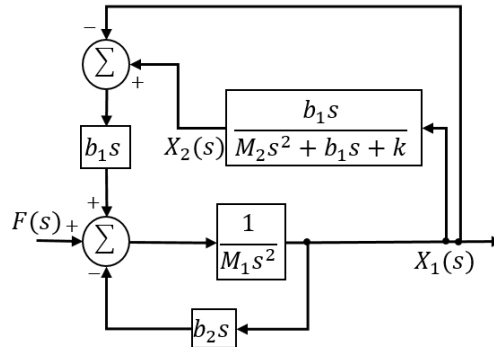
$$F(s) = [M_1 s^2 + (b_1 + b_2)s]X_1(s) - b_1 s \frac{b_1 s}{M_2 s^2 + b_1 s + k} X_1(s)$$

$$(M_2 s^2 + b_1 s + k)F(s) = [(M_1 s^2 + (b_1 + b_2)s) \cdot (M_2 s^2 + b_1 s + k) - b_1^2 s^2]X_1(s)$$

$$\frac{X_1(s)}{F(s)} = \frac{M_2 s^2 + b_1 s + k}{(M_1 s^2 + (b_1 + b_2)s) \cdot (M_2 s^2 + b_1 s + k) - b_1^2 s^2}$$

$$\frac{X_1(s)}{F(s)} = \frac{M_2 s^2 + b_1 s + k}{M_1 M_2 s^4 + (M_2 \cdot (b_1 + b_2) + M_1 \cdot b_1) s^3 + (b_1 b_2 + k M_1) s^2 + k(b_1 + b_2) s}$$

**b.şıkkı**



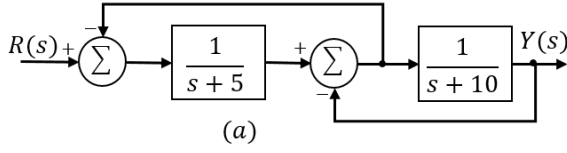
$$F(s) - b_1 s \cdot (X_1(s) - X_2(s)) - b_2 s \cdot X_1(s) = M_1 s^2 X_1(s) \quad (4a')$$

$$[F(s) + b_1 s \cdot (X_2(s) - X_1(s)) - b_2 s \cdot X_1(s)] \cdot \frac{1}{M_1 s^2} = X_1(s) \quad (4a''')$$

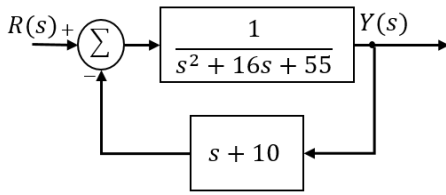
$$b_1s \cdot (X_1(s) - X_2(s)) - k \cdot X_2(s) = M_2s^2X_2(s) \quad (5a')$$

$$X_2(s) = \frac{b_1s}{M_2s^2 + b_1s + k} X_1(s) \quad (5a'')$$

**Soru 2:**



(a)



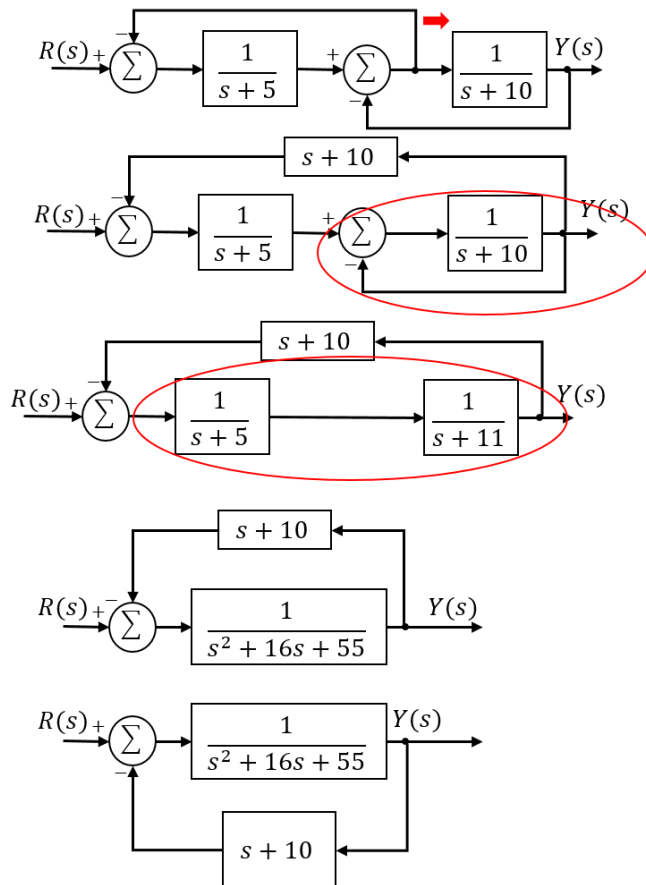
(b)

Yanda bir sisteme ait iki blok diyagram verilmiştir.

a.) (20 puan) (a)'da verilen şeklin (b)'de verilen şekle dönüşebileceğini blok diyagramı indirgeme kurallarını kullanarak gösteriniz.

b.) (30 puan) (b)'de verilen blok diyagramından  $G(s) = Y(s)/R(s)$  transfer fonksiyonunu elde ediniz.

**Çözüm 2:a.)**



b.)

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{1}{s^2 + 16s + 55} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{s^2 + 16s + 55} \cdot (s + 10)} = \frac{1}{s^2 + 17s + 65}$$