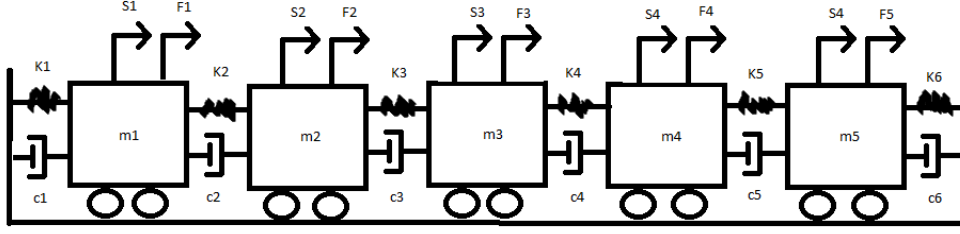


PROJE: BEŞLİ VAGON SİSTEMİ (Five Wagon System)



Yukarıdaki şekilde verilen sistem beş vagonlardan oluşan doğrusal olmayan ikinci dereceden bir sistemdir. Her vagon birbirine bir doğrusal amortisör (c_n) ve bir doğrusal olmayan yay (K_n) ile bağlı durumdadır. Şekilde verilen sistemin F_1, F_2, F_3, F_4 ve F_5 olmak üzere her vagona etkileyen kuvvet girişleri bulunmaktadır. Kuvvet girişleri $F_i = \delta i * \sin(\Omega i * t)$ N, ($i=1,2,3,4,5$) şeklindedir. Sistemin çıkışı "S3" üçüncü vagonun yer değiştirme büyüklüğüdür. Sistemin 10 adet durumu bulunmaktadır ($S_n; n=1,2,3,...,10$). Bu durumlar her bir vagonun yer değiştirme ve hız büyüklükleridir. Doğrusal olmayan yay formülü aşağıdaki ifadede verilmiştir.

$$K_i = k_i * e^S + a_i * S^3$$

Yay sabitleri "k" ve "a" değişkenleridir. Sistemin diferansiyel durum denklemleri aşağıda gösterilmiştir.

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\ddot{x}_1 = \ddot{x}_1 = F_1/m_1 - (c_1 + c_2) * x_2/m_1 + c_2 * x_4/m_1 - (k_1 + k_2) * \exp(x_1)/m_1 + k_1 * \exp(x_3)/m_1 - (a_2 * x_1^3)/m_1 + a_1 * (x_3 - x_1)^3/m_1$$

$$\dot{x}_3 = x_4$$

$$\ddot{x}_4 = \ddot{x}_3 = F_2/m_2 - (c_2 + c_3) * x_4/m_2 + c_2 * x_2/m_2 - (k_2 + k_3) * \exp(x_3)/m_2 + k_2 * \exp(x_1)/m_2 - a_3 * x_3^3/m_2 - a_2 * (x_3 - x_1)^3/m_2$$

$$\dot{x}_5 = x_6$$

$$\ddot{x}_6 = \ddot{x}_5 = F_3/m_3 - (c_3 + c_4) * x_6/m_3 + c_4 * x_4/m_3 - (k_3 + k_4) * \exp(x_5)/m_3 + k_3 * \exp(x_3)/m_3 - a_4 * x_5^3/m_3 + a_3 * (x_5 - x_3)^3/m_3$$

$$\dot{x}_7 = x_8$$

$$\ddot{x}_8 = \ddot{x}_7 = F_4/m_4 - (c_4 + c_5) * x_8/m_4 + c_4 * x_6/m_4 - (k_4 + k_5) * \exp(x_7)/m_4 + k_4 * \exp(x_5)/m_4 - a_5 * x_7^3/m_4 - a_4 * (x_7 - x_5)^3/m_4$$

$$\dot{x}_9 = x_{10}$$

$$\ddot{x}_{10} = \ddot{x}_9 = F_5/m_5 - (c_5 + c_6) * x_{10}/m_5 + c_5 * x_8/m_5 - (k_5 + k_6) * \exp(x_9)/m_5 + k_5 * \exp(x_7)/m_5 - (a_6 * x_9^3)/m_5 + a_5 * (x_9 - x_7)^3/m_5$$

Sistemin parametre değerleri şu şekilde olmalıdır:

Kuvvet bileşenleri:

$\omega_1=30$ rad/sec, $\omega_2=50$ rad/sec, $\omega_3=80$ rad/sec, $\omega_4=20$ rad/sec, $\omega_5=100$ rad/sec

$\delta_1=200$, $\delta_2=500$, $\delta_3=400$, $\delta_4=300$, $\delta_5=100$

Vagonların kütleleri:

$m_1=300$ kg, $m_2=200$ kg, $m_3=100$ kg, $m_4=300$ kg, $m_5=500$ kg

Doğrusal olmayan yay sabiti için parametreler:

$k_1=500$, $k_2=200$, $k_3=100$, $k_4=400$, $k_5=500$, $k_6=600$

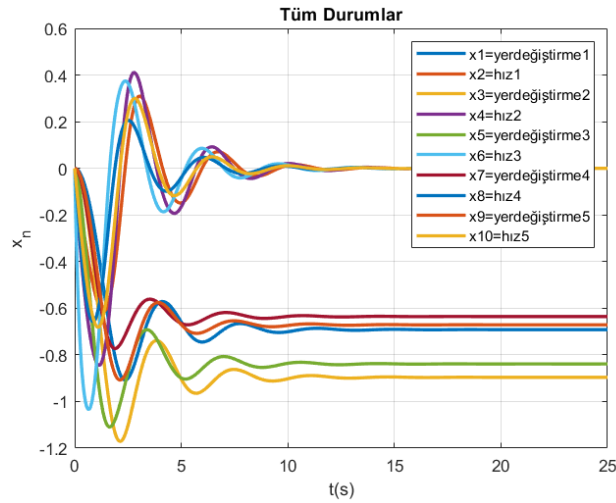
$a_1=300$, $a_2=450$, $a_3=300$, $a_4=400$, $a_5=500$, $a_6=600$

Doğrusal amortisör sabitleri:

$c_1=300$ N*s/m, $c_2=200$ N*s/m, $c_3=100$ N*s/m, $c_4=400$ N*s/m, $c_5=550$ N*s/m, $c_6=250$ N*s/m

BÖLÜM 1

Birinci kısımda verilen sistemin MATLAB ve Simulink ortamlarında simülasyonlarını yapın, sonuçlarla ilgili yorumları rapora ekleyin ve kodları gönderin. MATLAB altında örnek bir çıktı aşağıda gösterilmiştir:



BÖLÜM 2

İkinci kısımda bir önceki bölümde elde ettiğiniz Simulink modelini kullanarak sistemi uygun bir çalışma noktası etrafında doğrusallaştırın. Doğrusallaştırılmış sistemi MATLAB ortamına geri alın ve üzerine bir Kalman filtresi tasarlayın. Sonra yine Simulink ortamına giderek filtreyi gerçekleştirin. Simulink'te önce doğrusal sistem ve doğrusal olmayan sisteme tasarladığınız filtreyi uygulayın. (Tasarım aşamasında sistem doğrusallaştırılarak filtre tasarlanmış olabilir fakat en son olarak mutlaka doğrusal olmayan sistem üzerinde istenilen sonucu vermesi gerekir). Farklı Kalman filtresi parametreleri ile bu süreci tekrarlayın. Uygun grafikleri çizdirin, rapora ekleyin, yorumlayın. Özellikle farklı filtre parametreleri altında ne olduğunu detaylıca açıklayın. Bunlarla ilgili kodları gönderin.

BÖLÜM 3

Sistemin Simulink ortamında ortamında kontrolünü yapın, sonuçları yorumlayın, rapora ekleyin ve kodları gönderin. Sistemin birim basamak referans takip hatasının 1'den küçük olması ve bunu yaparken aşımının %40-%50 arasında olması, yükselme zamanının 0.3 saniyeden küçük olması ve oturma zamanının 3-5 saniye arasında olması istenmektedir. Bu kısıtlamaları sağlayan uygun bir kontrolcü tasarlayın. Elde edilen kontrolcüyü mutlaka doğrusal olmayan sistem üzerinde deneyin ve kontrolcünüzün istenilen kısıtlamaları gerçekleştirdiğinden emin olun. (Tasarım aşamasında sistem doğrusallaştırılabilir ve buna göre kontrolcü

tasarlanmış olabilir fakat en son olarak mutlaka doğrusal olmayan sistem üzerinde istenilen sonucu vermesi gerekir)