

## Automatic Control Ders 2

### Stability & BIBO Stability

#### Proper Fraction

$$H(s) = \frac{N_H(s)}{D_H(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}, \quad m \leq n$$

- $n > m \rightarrow$  strictly proper
- $m = n$  proper

#### Transfer Function

- Sistemlerin bir tane transfer fonksiyonu vardır. Ancak bir transfer fonksiyonu birden fazla sistem için geçerli olabilir. Bundan dolayı transfer fonksiyonundan sistem bulunması imkansızdır

#### Natural Modes

- A matrisinin eigen valueları bulunur ve e üzeri cinsinden yazılır
- Ör  $\lambda_{1,2} = 3, -2 \rightarrow e^3$  ve  $e^{-2}$
- Eğer sıfırdan birden fazla var ise bu ters laplace dönüşümü kullanılır

$\frac{t^n}{n!}$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
------------------	---------------------

Ör: 1.sıfır için  $e^0$  gelirken ikinci sıfır kökü için  $t \cdot e^0$  geliyor.

- Eğer complex eigen valuelar var ise Ör  $\lambda_1 = 3 - 2i \rightarrow e^{3-2i}$
- Şeklinde yazılır isterseniz bunu euler formülü ile düzenleyebilirsiniz.

$$e^{i\phi} = \cos \phi + i \sin \phi$$

#### Modal Analysis

- Convergent eğer  $Re(\lambda_i) < 0$
- Bounded (not convergent) eğer  $Re(\lambda_i) = 0$  ve  $\mu_i = 1$
- Divergent eğer  $Re(\lambda_i) = 0$  ve  $\mu_i > 1$  ya da  $Re > 0$

#### Time Constant

- $\tau = \left| \frac{1}{Re(\lambda_i)} \right|$

#### Stability

- Bir LTI sistemin internally stable olması için bütün eigen valueların  $Re(\lambda_i) \leq 0$  ve eğer  $Re(\lambda_i) = 0$  ise  $\mu_i = 1$
- Bir LTI sistemin asymptotically stable olması için bütün eigen valueların  $Re(\lambda_i) < 0$
- Bir LTI sistemin unstable olması için herhangi bir eigen valuenun  $Re(\lambda_i) > 0$  veya eğer  $Re(\lambda_i) = 0$  ise  $\mu_i > 1$

#### BIBO Stability

- Eğer bir sistemin transfer fonksiyonun bütün polelları negatif real kısma sahip ise bu sistem BIBO stabledir



### Study Internal Stability (Soru)

1. A matrisinin eigen valuelarını bul  $\text{eig}=\text{roots}(\text{minpoly}(A))$
2. Önceki sayfadaki Stability conditionlarını incele

### Modal Analysis and Natural Modes(Soru)

3. A matrisinin eigen valuelarını bul  $\text{eig}=\text{roots}(\text{minpoly}(A))$
1. Önceki sayfadaki natural modes kısmında olduğu gibi e üzerine koy
2. Modal analysis kısmındaki conditionlarla matrisin eigen valuelarını incele

### Bibo Stability

1. Bütün matrisleri matlaba gir
2.  $S=\text{ss}(A,B,C,D)$  ile sistemi oluştur
3.  $H=\text{tf}(S)$  ile transfer fonksiyonunu bul
4.  $\text{Pole}(H)$  ile transfer fonksiyonun kutuplarını bul
5. Ve Bibo stability conditionlarını incele