

## 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  $e^{-2}$

#### 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

- | Internal stability                                           |               | BIBO stability |
|--------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| Asymptotically stable                                        | $\Rightarrow$ | BIBO Stable    |
| Not asymptotically stable<br>(internally stable or unstable) | $\Leftarrow$  | BIBO unstable  |

In general, the inverse implications do not hold if the system is not minimal.

**Study Internal Stability (Soru)**

1. A matrisinin eigen valuelarını bul  $e=eig(A)$
2. Önceki sayfadaki Stability conditionlarını incele

**Modal Analysis and Natural Modes(Soru)**

1. A matrisinin eigen valuelarını bul
2. Önceki sayfadaki natural modes kısmında olduğu gibi e üzerine koy
3. Modal analysis kısmındaki conditionlarla matrisin eigen valuelarını incele

**Bibo Stability**

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