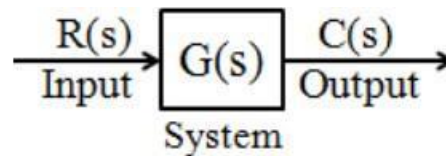


Responsi Teori

1. Terdiri dari apa saja sebuah sistem? Tuliskan representasinya dalam bentuk diagram blok!

Jawab :

Dalam perancangan sistem kendali konvensional, suatu sistem kendali dinyatakan dalam ranah frekuensi setelah melalui tahapan transformasi Laplace. Model sistem yang secara fisis dinyatakan dalam ranah waktu dikenai transformasi Laplace dimana dalam ranah tersebut, sistem dapat dengan mudah dianalisis karena sifat-sifatnya beserta bentuknya yang jauh lebih sederhana. Dalam bentuk diagram blok, hubungan antara masukan dan luaran sistem beserta representasi sistem tersebut dapat dinyatakan dalam gambar berikut.



Dalam gambar tersebut, $R(s)$ merupakan masukan sistem, $C(s)$ adalah luaran sistem dan $H(s)$ adalah representasi sistem atau disebut sebagai fungsi alih (transfer function) sistem. Dalam bentuk matematik, fungsi alih $H(s)$ dinyatakan sebagai hubungan antara dua buah polinomial $b(s)$ dan $a(s)$ seperti ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = H(s) = \frac{b(s)}{a(s)}$$

$$H(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0}$$

$$H(s) = \frac{\sum_m b_m s^m}{\sum_n a_n s^n}$$

2. Jelaskan beda representasi laplace dan representasi state-space!

Jawab :

Dalam teori sistem kendali, representasi Laplace dari sebuah sistem merupakan analisis konvensional yang mengandalkan analisis frekuensi. Karakteristik dan kestabilan sistem kendali diamati melalui fungsi alih $G(s)$ dengan s berada pada ranah frekuensi pada bidang Laplace. Pada pendekatan yang lebih terkini, selain melalui ranah frekuensi, analisis sistem dilakukan pada ranah waktu dengan memanfaatkan representasi state-space (ruang- keadaan).

3. Sebutkan 4 macam peredaman dari suatu sistem!

Jawab :

- a. $\zeta = 0$: tak teredam (undamped)
Sistem yang tidak teredam. Memiliki dua kutub imajiner
- b. $0 < \zeta < 1$: redaman bawah (under-damped)
Sistem yang teredam dan memiliki dua kutub imajiner yang stabil. Stabil dengan cepat dan berosilasi.
- c. $\zeta = 1$: redaman kritis (critically damped)
Memiliki dua akar nyata kembar. Sistem yang teredam tanpa mengalami osilasi dan menempuh waktu tercepat yang mungkin dicapai.
- d. $\zeta > 1$: redaman atas (over-damped)
Memiliki dua akar nyata yang stabil. Sistem teredam dengan relatif lebih lambat namun tidak mengalami osilasi.

4. Sebutkan blok-blok (minimal 3) yang paling sering digunakan dalam pemodelan sistem kendali beserta fungsinya!

Jawab :

Dalam setiap blok di simulink, terdapat parameter blok terkait dengan fungsi dari masing- masing blok. Sebagai contoh, blok penguat (gain) memiliki parameter nilai penguatan, blok penjumlah (sum) memiliki parameter tanda-tanda (tambah atau kurang) dari beberapa masukan yang akan dijumlahkan. Untuk parameter yang berupa nilai variabel, parameter untuk setiap blok dapat langsung diisi dengan nilai ataupun diisi dengan nama variabel. Jika parameter diisi dengan nama variabel, nilai dari parameter tersebut akan disesuaikan dengan nilai dari variabel yang terdapat dalam workspace di Matlab. Sebagai penampil grafik dari besaran yang diamati, digunakan blok scope dimana jika akan ditampilkan beberapa nilai dalam satu grafik yang sama, perlu digunakan blok mux sehingga akan tampil grafik bersama. Selain dalam bentuk blok diagram dari sistem kalang tertutup seperti pada persamaan sebelumnya, simulink juga menyediakan blok fungsi alih (transfer function) yang memungkinkan untuk menuliskan persamaan fungsi alih dalam suatu blok.

5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan asymptotic stable, critical stable dan unstable

Jawab :

- a. Stabil asimtotik (asymptotic stable), dimana kutub-kutub dari sistem atau nilai eigen dari matriks **A** berada pada sisi kiri bidang kompleks
- b. Kestabilan kritis (critical stable), dimana kutub-kutub dari sistem atau nilai eigen matriks **A** berada pada sumbu imajiner dan tidak ada yang berada pada sisi kanan bidang kompleks
- c. Tak stabil (unstable), dimana kutub-kutub dari sistem atau nilai eigen matriks **A** berada pada sisi kanan bidang kompleks atau terdapat kutub kembar pada sumbu imajiner.

6. Jelaskan apa kegunaan nilai eigen pada sistem!

Jawab :

Kestabilan sistem dapat diamati dengan melihat nilai-nilai eigen.

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}(-\mathbf{K}\mathbf{x}(t) + r(t)) \\ \dot{\mathbf{x}}(t) &= (\mathbf{A} - \mathbf{BK})\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}r(t) \\ y(t) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(t)\end{aligned}$$

Dengan persamaan ruang keadaan yang memiliki umpan balik \mathbf{K} , kestabilan dari sistem tergantung pada nilai-nilai eigen dari matriks $(\mathbf{A} - \mathbf{BK})$. Sebagai akibatnya, agar sistem stabil, maka diperlukan matriks \mathbf{K} yang tepat sedemikian rupa sehingga nilai-nilai eigen yang dihasilkan akan berada pada sisi kiri bidang kompleks yang bersesuaian dengan sifat stabil dari suatu sistem.

7. Jelaskan apa saja informasi yang bisa didapatkan dalam grafik root locus pada Matlab!

Jawab :

Pasangan dari nilai penguatan tertentu dan lokasi kutub-kutub sistem tersebut dapat digambarkan dengan representasi grafis yang disebut sebagai grafik root locus. Melalui grafik root locus pada Matlab, pada grafik yang tergambar terdapat informasi mengenai penguatan (gain), faktor peredaman (damping), overshoot, dan frekuensi sudut frequency) pada kutub (pole) yang bersesuaian.

Pada sistem dengan orde yang lebih dari satu, kestabilan sistem akan tergantung pada faktor peredaman ζ dan osilasi dari sistem tersebut akan tergantung pada frekuensi sudut ω . Metode root locus merupakan metode grafis yang pada dasarnya untuk suatu lokasi kutub pada root locus bersesuaian dengan faktor peredaman dan frekuensi sudut dari sistem yang baru. Dalam hal ini, pemilihan kutub akan menghasilkan nilai penguatan K pada sistem kalang tertutup. Dengan kaitan matematis, pemilihan faktor peredaman atau frekuensi sudut juga dapat dilakukan melalui grafik tersebut

8. Apa saja kriteria kestabilan Nyquist!

Jawab :

Dengan demikian, kriteria kestabilan Nyquist dapat dirumuskan dengan persamaan

$$Z = N + P$$

Dengan

Z : banyaknya nol dari $1 + G(s)H(s)$ (kutub dari sistem kalang tertutup) pada sisi kanan bidang kompleks

N : banyaknya pemutaran terhadap titik -1 pada diagram Nyquist

P : banyaknya kutub dari $G(s)H(s)$ berada pada sisi kanan bidang kompleks. Agar sistem stabil, nilai dari Z harus 0

9. Jelaskan apa itu diagram Bode dan jelaskan fungsinya!

Jawab :

Tanggap frekuensi $G(j\omega)$ merupakan variabel kompleks yang dapat diamati sebagai magnitudo dan fase. Kedua komponen tersebut bervariasi tergantung dari frekuensi ω . Salah satu cara untuk mengamati komponen tersebut, digunakan diagram bode yang merupakan grafik frekuensi ω - $|G(j\omega)|$ dan grafik ω - $\angle G(j\omega)$. Dalam diagram bode, frekuensi ω ditampilkan dalam skala logaritmik dan magnitudo ditampilkan dalam skala desibel dengan perhitungan sebagai berikut

$$dB = 20 \log|G(j\omega)|$$

Dalam analisis tanggap frekuensi dari fungsi alih sistem, penggambaran diagram bode dapat dikategorikan dalam empat kelompok, yaitu

- Penguatan (gain)
- Faktor derivasi dan integral
- Faktor orde satu
- Faktor orde dua

Masing-masing kelompok tersebut memiliki karakteristik grafik dalam diagram bode, yaitu kemiringannya. Dalam matlab, grafik bode dapat dimunculkan dengan memanfaatkan fungsi bode().

10. Suatu kendali pengontrol D diketahui memiliki konstanta KD sebesar 0.2s. Berapa output dari pengontrol pada saat error berubah 3%/s ?

Jawab :

$$D = kD \times (Err - pErr) / dt$$

Dengan

D = keluaran derivatif

kD = penguatan derivatif

dt = siklus waktu pengendali

pErr = kesalahan sebelumnya

Err = kesalahan sekarang

$$D = 0.2 \times (0.03 - 0)/1 = 0.2 \times 0.03 = 0.006$$