

FIG. 4.—*Governor and Throttle-Valve.*

Control Engineering - Note

Made With Love by AH

last edited July 15, 2023

Control Engineering - Note

Made With Love by AH

last edited July 15, 2023

Contents

1	Intro	2
2	Mathematical Model	2
2.1	Convolution Integral	3
2.2	Impulse Response	3
2.3	Block Diagram	4
2.4	Open Loop Control System	4
2.5	Close Loop Control System	4
2.6	Automatic Control System	5

1 Intro

[ogata] perkembangan controls system diawali oleh minorsky, hazen, nyquist

- 1922 - Minorsky: mengembangkan auto ship controllers
- 1932 - Nyquist: mengembangkan close loop stability dari open loop Response
- 1934 - Hazen: mengembangkan *servo mechanism*

pada tahun 1940an penggunaan frekuensi response (yang di prakarsai oleh Bode) membuat performa control system dapat memenuhi kebutuhan industri.

pada tahun 1940an ziegler dan nichols menyarankan sebuah metode tuning PID yg biasa disebut dengan tuning nichols.

pada akhir 1940an hingga 1950an, metode root locus telah dikembangkan oleh Evan.

Modern Plant, pada tahun 1960an control sistem semakin complex, menyebabkan control theory yang hanya SISO(single input single output) tidak bisa memenuhi kebutuhan industri yang memerlukan MIMO(multiple input multiple output), seiring berkembangnya komputer pada masa itu dikembangkan sebuah modern control theory menggunakan metode **state variable** untuk memenuhi kebutuhan MIMO.

dari tahun 1980an hingga 1990an robust control system menjadi topik utama dalam pengembangan modern control system. namun karena matematika control system untuk **robust control system** berat, biasanya robust control system diberikan pada level graduate.

desain control system berdasarkan rentang error dari plant, lalu membuat controller adalah prinsip **robust controls system**

2 Mathematical Model

umumnya model matematis dari sebuah sistem dapat direpresentasikan dengan persamaan diferensial. untuk menentukan karakteristik dari sebuah sistem dapat digunakan transfer function dan impulse response.

transfer function adalah fungsi yang mendeskripsikan hubungan antara input-output dari sebuah sistem. transfer function dari **LTI** didefinisikan sebagai rasio dari laplace transform output terhadap laplace transform input, dengan asumsi sistem memiliki **initial zero condition**.

umpamakan sistem LTI sebagai berikut

$$\begin{aligned} a_0 Y^n + a_1 Y^{n-1} + \dots + a_{n-1} Y^* + a_n Y \\ = b_0 X^m + b_1 X^{m-1} + \dots + b_{n-1} X^* + b_n X; (n \geq m) \end{aligned}$$

transfer function dari fungsi diatas adalah

$$G(S) = \frac{\mathcal{L}(Output)}{\mathcal{L}(Input)} \quad (1)$$

$$= \frac{Y(S)}{X(S)} \quad (2)$$

$$= \frac{b_0 S^n + b_1 S^{n-1} + \dots + b_{m-1} S + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_{n-1} S + a_n} \quad (3)$$

orde sistem dapat ditentukan dengan melihat pangkat tertinggi dari S jika S memiliki pangkat tertinggi n maka sistem tersebut ber-order n .

2.1 Convolution Integral

convolusi integral dari sistem

$$G(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} \quad (4)$$

yang diasumsikan memiliki zero initial condition, $Y(S)$ dapat ditulis.

$$Y(S) = \frac{G(S)}{X(S)} \quad (5)$$

multiplication pada complex domain atau frekuensi domain sama dengan konvolusi pada domain waktu (duality) sehingga

$$y(t) = \int_0^t x(\tau)g(t-\tau)d\tau \quad (6)$$

2.2 Impulse Response

sebuah sistem LTI dengan zero intial condition, diberi input impulse. karena laplace transform dari impulse adalah satu(**unity**), maka laplace transform dari output tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y(S) = G(S)X(S) = G(S)1Y(S) = G(S) \quad (7)$$

sehingga dengan menggunakan impulse dan mengukur output sebuah sistem dapat ditentukan karakteristik dari sistem tersebut (transfer functionnya).

2.3 Block Diagram

untuk merepresentasikan sistem dalam bentuk grafik, dapat digunakan block diagram.

2.4 Open Loop Control System

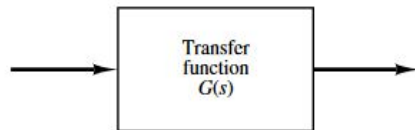


Figure 1: open loop control system

open loop control system $G(S) = C(S)/R(S)$

2.5 Close Loop Control System

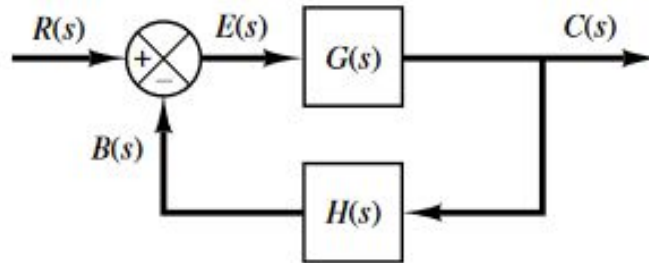


Figure 2: close loop control system

- rasio feedback terhadap error adalah open loop transfer function

$$openLoopTF = \frac{B(S)}{E(S)} = G(S)H(S) \quad (8)$$

- rasio output terhadap error dadalah feedforward transfer function

$$feedForwardTF = \frac{C(S)}{E(S)} = G(S) \quad (9)$$

rasio output terhadap input disebut close loop transfer function.

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{G(S)}{1 + G(S)H(S)} \quad (10)$$

sehingga output dari close loop sistem hanya bergantung pada input dan close loop transfer function saja.

2.6 Automatic Control System

sebuah automatic control controller membandingkan output dengan nilai input, lalu menentukan error/deviasi dan menghasilkan sinyal control untuk mengurangi/memperkecil error hingga 0.