Formelsamling
Signal, Reglerteknik

Linjära regulatortyper

P-regulator: $u = u_0 + Ke$

$G(s) = K$

I-regulator: $u = \frac{1}{T_I}\int_0^t e(t)\,dt$

$G(s) = \frac{1}{T_I s}$

D-länk: $u = T_D e'(t)$

$G(s) = T_D s$

PID-regular:

$u(t) = K\left(e(t) + \frac{1}{T_I}\int e(t)\,dt + T_D e'(t)\right)$

$G(s) = K\left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right)$

Algoritm för mikrodators PID

$u(k) = K\left[e(k) + T_D\frac{e(k)-e(k-1)}{h} + \frac{h}{T_I}\sum_{i=0}^{k} e(i)\right]$

h = samplingsintervallet

K = förstärkningen

T_I = integrationstiden

T_D = derivatatiden.

Differentialekvationer.

Första ordningen: $y' + ay = bu$

Transient lösning: $y_T = Ce^{-at}$

Andra ordningen: $y'' + a_1 y' + a_2 y = bu$

Karacterisk ekvation: $k^2 + a_1 k + a_2 = 0$

Transient läsning:

$k_1 \neq k_2$, reella: $y_T = Ae^{k_1 t} + Be^{k_2 t}$

$k_1 = k_2$: $y_T = e^{kt}[A + Bt]$

$k = a \pm jb$: $y_T = e^{at}[A\cdot \mathrm{Cos}\,bt + B\cdot \mathrm{Sin}\,bt]$

Stationär läsning vid stegformad insignal $u = \sigma(t)$: $y_s = b/a_2$

Laplacetransformen

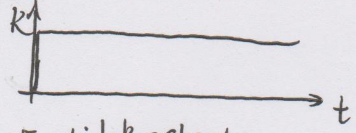
$F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t)\,dt$

$F(s)$		$f(t)$
1	impuls	$\delta(t)$
$\frac{1}{s}$	steg	$\sigma(t)$
$\frac{1}{s^2}$	ramp	t.
$\frac{1}{s^3}$		$t^2/2$
$\frac{1}{s+a}$		e^{-at}
$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$		$\frac{e^{-at} - e^{-bt}}{b-a}$
$\frac{1}{s(1+as)}$		$1 - e^{-t/a}$
$\frac{s+a}{(s+b)(s+c)}$		$\frac{(a-b)e^{-bt} - (a-c)e^{-ct}}{c-b}$
$\frac{1}{(s+a)^2}$		$t\cdot e^{-at}$
$\frac{1}{s^2+a^2}$		$\frac{1}{a}\cdot \mathrm{Sin}\,at$
$\frac{s}{s^2+a^2}$		$\mathrm{Cos}\,at$
$s\cdot Y$		dy/dt
$s^2 Y$		d^2y/dt^2
Y/s		$\int y(t)\,dt$
Y/s^2		$\iint y(t)\,dt$
Ue^{-Ts}		$u(t-T)$
$aF_1 + bF_2$		$af_1 + bf_2$.

Samband mellan stegsvar och överföringsfunktion.

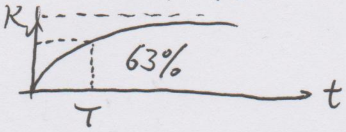
*Process med P-verkan

$G(s) = K$



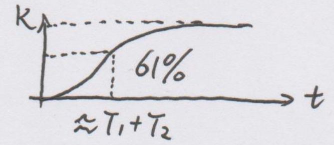
*En tidskonstant

$G(s) = \frac{K}{1+Ts}$



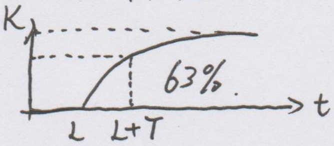
* Två tidskonstanter

$G(s) = \frac{K}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)}$

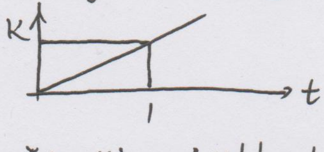


*En tidskonstant + dödtid

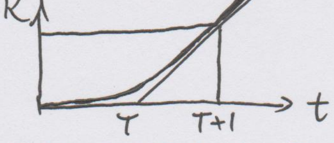
$G(s) = \frac{Ke^{-Ls}}{1+Ts}$



* Integration $G = \frac{K}{s}$



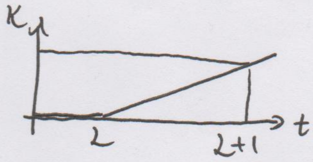
*Integration + 1 tidskonstant



$G(s) = K/[s(1+Ts)]$

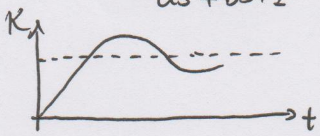
* Integration + dödtid

$G = Ke^{-Ls}/s$



*Andra ordningens process med översväng

$G(s) = \frac{K}{as^2 + bs + 1}$



Andra ordningens system med komplexa rötter

$G(s) = \frac{K\omega_0^2}{s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2}$

ω_0 = odämpade egensvängning

ζ = relativa dämpningen

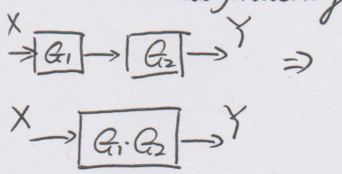
Maximal översväng

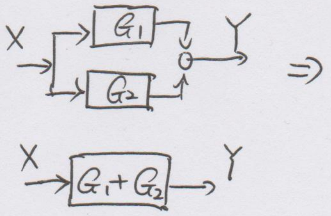
$M_p = 100\%\cdot \exp\left[\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right]$

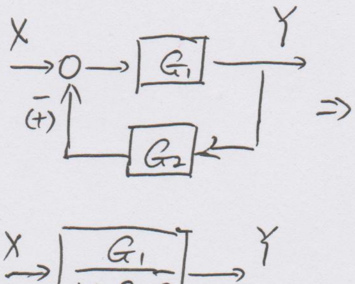
Tid för maximal översväng

$t_p = \frac{\pi}{\omega_0\sqrt{1-\zeta^2}}$

Blockschematransformering







*Seriekoppling

*Parallellkoppling

*Återkoppling

Matematiska modeller

Mekanisk system

Massa: $\sum F = M\frac{d^2x}{dt^2}$

Fjäder: $F = kx$

Dämpare: $F = b\frac{dx}{dt}$

Elektriska system

Motstånd $\frac{U}{I} = R$

Kondensator $\frac{U}{I} = \frac{1}{Cs}$

Spole: $\frac{U}{I} = Ls$

Termiska processer

Energibalanslagen:

$\frac{dE}{dt} = P_{in} - P_{ut}$

Värmeenergin has ett system:

$E = TVc\rho$, där

T = temperaturen

V = volymen

c = värmekapacitiviteten

ρ = densitet

Nivåreglering

Materialbalanslagen:

$\frac{dV}{dt} = u_{in} - u_{ut}$, där

V = volymen

u_{in} = inflödet

u_{ut} = utflödet

Koncentrationsreglering

Materialbalans:

$\frac{dM_p}{dt} = Qc_0 - Qc_1$, där

M_p = total pulvermassa $= V\cdot c_1$

Q = flöde genom tanken

c_0 = koncentration i inflödet

c_1 = koncentrationen i tanken och i utflödet

Frekvensanalys

Om insignalen till ett linjärt, stabilt system G är sinusformad med en viss frekvens w, så kommer även utsignalen i stationär-tillståndet att vara sinusformad med samma frekvens w.

Amplitudförstärkning A och fasvridning φ bestäms av funktionerna.

$$A(\omega) = |G(j\omega)|$$

$$\varphi(\omega) = \underline{\angle G(j\omega)}$$

Bodediagram för grundfaktorer

Konstant förstärkningsfaktorer $G(s) = K$

Amplitudfunktion

$$|G(\omega)| = K$$

Fasfunktion:

$$\underline{\angle G(\omega)} = 0^\circ$$

Integration $G(s) = 1/s$

Amplitudfunktion:

$$|G(\omega)| = \frac{1}{\omega}$$

Fasfunktion:

$$\underline{\angle G(\omega)} = -90^\circ$$

Derivering $G(s) = s$

Amplitudfunktion:

$$|G(\omega)| = \omega$$

Fasfunktion:

$$\underline{\angle G(\omega)} = +90^\circ$$

Dödtidsfaktor $G(s) = e^{-Ls}$

Amplitudfunktion

$$|G(\omega)| = 1$$

Fa: