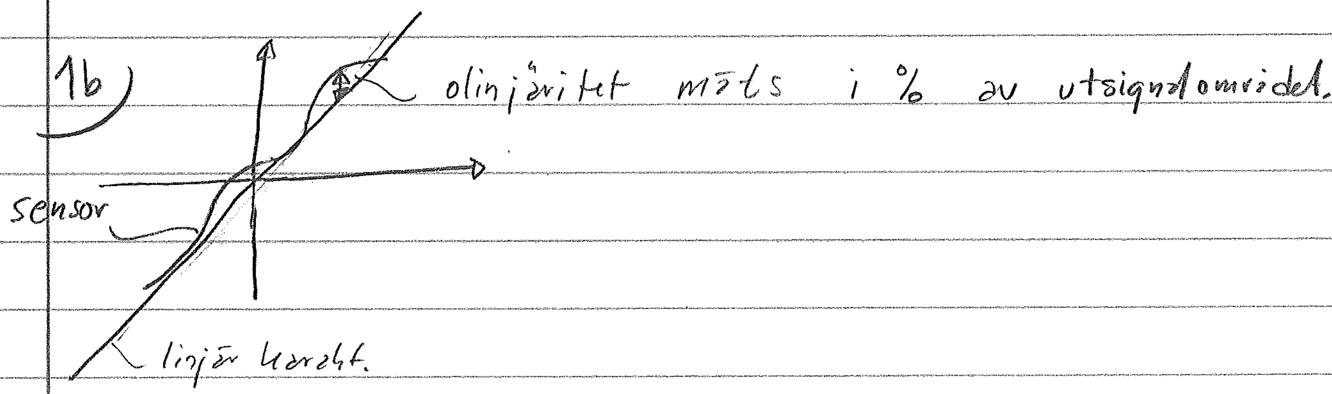
LÖSNINGSFÖRSLAG TILL TENTAMEN 061120 I Reglerteknik för U3/EI3/EI2.

1a) Nej, utsignalen är väldigt liten från sensorn vid låga frekvenser.

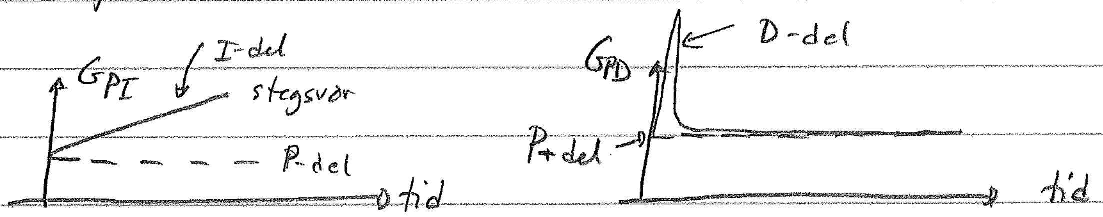
1b)



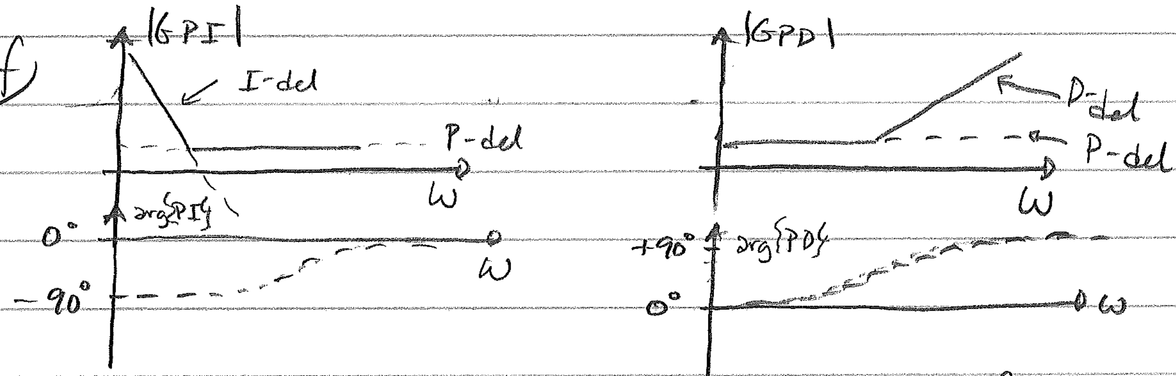
1c) Utsignalen följer inte samma funktion vid stigande signal som vid minskande.

1d)
- Processer av högt ordn. tal
- kraftigt olinjära processer
- processer m. varierande dynamik ($G_p(s)$)
- processer m. dödtid

1e)



1f)



1e) Fördel: ∞ LF-förstärkning.
↳ tar bort kvarst. fel

Nackdel: neg. fasvridning
↳ minskar stabmarginalen

positiv fasvridning
↳ förbättrar fasmarginalen

hög HF-förstärkning
↳ brusförstärkande

2.

$$H(s) = \frac{s}{100\cdot\left(\frac{s+1}{60}\right)\left(\frac{s}{60000}+1\right)}$$

2 brytfrekvenser 1 vid 60 rad/s och den andra vid ca: 60000 rad/s.

LF-asymptot: +20 dB/dek indikerar att det finns en derivering.

HF-asymptot: −20 dB/dek

Notera att brytfrekvenserna är väl separerade. Vid den första brytfrekv. fås 45° fasvridn och nästa −45°.

3.

$$G(s) = \frac{K\cdot\omega_0^2}{s^2+2\zeta\omega_0 s+\omega_0^2} \quad \left[K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{2{,}36}{2} = 1{,}18\right]$$

Vidare avläses

$$\begin{cases} t_p = 0{,}8 \text{ sek} \simeq \dfrac{\pi}{\omega_0\sqrt{1-\zeta^2}} & \Rightarrow \omega_0 \simeq 5{,}1 \text{ rad/sek} \\ M = \dfrac{2{,}53-2{,}36}{2{,}36} \simeq e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} & \Rightarrow \zeta = 0{,}64 \end{cases}$$

$$G(s) \approx \frac{30{,}7}{s^2+6{,}5s+26}$$

4.

$$M\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + k\,x(t) = F(t)$$

$$5s^2X(s) + 1\cdot s\,X(s) + 1\,X(s) = F(s)$$

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{5s^2+s+1}$$

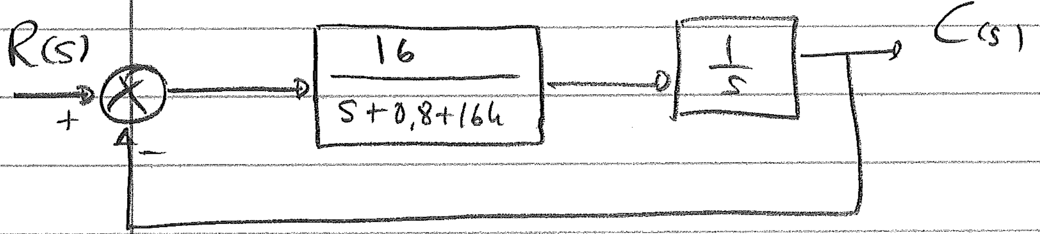
Statisk förstärkning (lågfrekvens förstärkning) $\hat{=} \frac{1}{1}$

dvs om vi lägger på en kraft på 10N ges en förstärkning på 10 ggr. Vagnen kommer att flytta på sig 10m.

Hastigheten måste ju gå ner till noll, eftersom vagnen är fastsatt med fjäder och dämpare.

5.

Förenkling ger:



$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{16}{s^2+0{,}8s+16ks+16} = \frac{K\cdot\omega_0^2}{s^2+2\zeta\cdot\omega_0 s+\omega_0^2}$$

Identifiering ger:

$K=1 \quad 16=\omega_0^2 \rightarrow \omega_0=4$

$2\zeta\cdot\omega_0 = 0{,}8+16k \rightarrow k=0{,}2$

$\uparrow_{\zeta=0{,}5}$

$$\Rightarrow \begin{cases} M = e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \approx 0{,}16 \\ t_p = \frac{\pi}{\omega_0\sqrt{1-\zeta^2}} \approx 0{,}91 \text{ sek} \\ t_s = \frac{1}{\zeta\cdot\omega_0}\ln\left(\frac{20}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right) \approx 1{,}57 \text{ sek} \end{cases}$$

k blir en hastighetssensor.

Digital PI-regulator.

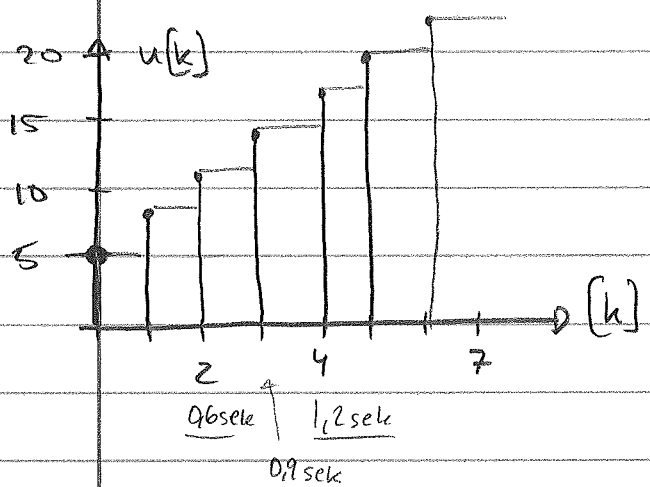
7.

$T = 0{,}3$ sek

$w[-1] = 0$

antag att detta är ett steg.

k	$w[k]$	$= w[k-1]$	$+ e[k]$	$u[k] = 2e[k] + 3w[k]$		
0	1	0	1	5	$2\cdot1$	$3\cdot1$
1	2	1	1	8	$2\cdot1$	$3\cdot2$
2	3	2	1	11	$2\cdot1$	$3\cdot3$
3	4	3	1	14	$2\cdot1$	$3\cdot4$
4	5	4	1	17	$2\cdot1$	$3\cdot5$
5	6	5	1	20	$2\cdot1$	$3\cdot6$
6	7	6	1	23	$2\cdot1$	$3\cdot7$
7	8	7	1	26	$2\cdot1$	$3\cdot8$



Vid 1sek skickas en styrsignal på 14 Volt? ut.

8.

$$G_p(s) = \frac{0.01}{s(1+20s)(1+100s)}$$

a)

Fasfkn: $\arg\{G_p\} = -90° - \arctan(20\omega) - \arctan(100\omega)$

Amplitud fkn: $|G_p| = \dfrac{0.01}{\omega\sqrt{1+(20\omega)^2}\sqrt{1+(100\omega)^2}}$

b) Avläsning av $\begin{cases} \varphi_m \simeq 46° \\ A_m \simeq 15\text{ dB } (\hat{=}\ 6 \text{ ggr}) \end{cases}$

T_i ?, sätt $K < 6$ ggr.

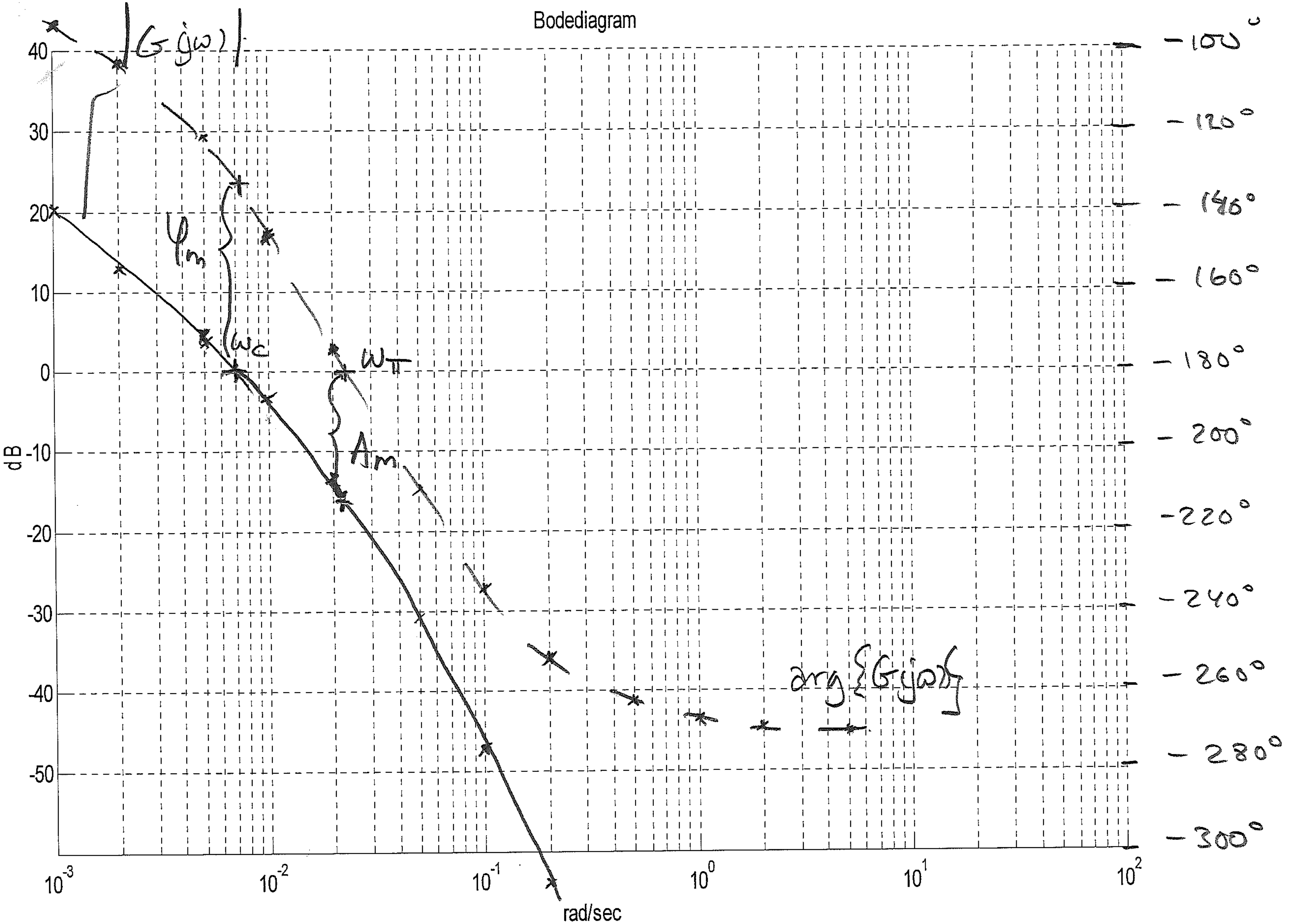
8. a)

8 b)

$A_m \approx 15\,dB$

$\varphi_m \approx 45°$

$K < 15\,dB$



8c

Felet vid ett börvärdessteg $= 0$ eftersom $K = 2$ (stabilt) och vi har en integration.

Felet vid en ramp: $e_\cdot = \dfrac{1}{2 \cdot K_1} =$

där K_1 är LF-förstärkningen. $\dfrac{0.01}{s} = \dfrac{2 \cdot K_1}{s}$

$e_{ss} = \dfrac{1}{2 \cdot 0.01} \approx 50$ enheter.

8d Använd Ziegler-Nichols självsv. metod.

Avläsning

$\omega_\pi \simeq 0{,}022 \text{ rad/s} = \dfrac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = 285{,}6 \text{ sek}$

$K_0 = 6 \text{ ggr}$

PI-regulator: $\begin{cases} K = 0{,}45 K_0 \simeq 2{,}7 \\ T_i = T_0/1{,}2 \simeq 238 \text{ sek} \end{cases}$