ELE320 eksamen 9.5.2019. ①

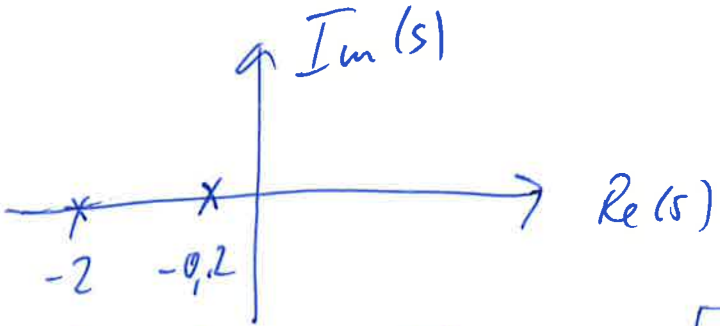
$$H_p(s) = \frac{4}{5s^2 + 11s + 2}$$

a) $$s_1, s_2 = \frac{-11 \pm \sqrt{121 - 4 \cdot 5 \cdot 2}}{2 \cdot 5}$$

$$= \frac{-11 \pm \sqrt{81}}{10}$$

$$= \frac{-11 \pm 9}{10}$$

$$s_1 = -0{,}2 \quad , \quad s_2 = -2$$



$\boxed{T = 0{,}5}$ rask dynamikk   treg dynamikk $\boxed{T=5}$

Bruker

$$\boxed{p = -\frac{1}{T}}$$

$$-2 = -\frac{1}{T} = -\frac{1}{0{,}5}$$

$$-0{,}2 = -\frac{1}{T} = -\frac{1}{5}$$

b) Asymptotisk stabilt siden polene er i VHP.

c) $$H_p(s) = \frac{4}{2(2.5s^2 + 5.5s + 1)}$$

$$= \frac{2}{2.5s^2 + 5.5s + 1}$$

$$= \frac{K}{\left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2 + 2\frac{\zeta}{\omega_0}s + 1}$$

$$\frac{1}{\omega_0^2} = 2.5 \qquad \frac{2\zeta}{\omega_0} = 5.5$$

$$\Downarrow \qquad \Downarrow$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{2.5}} = 0.63 \text{ rad/s}$$

$$\zeta = \frac{5.5 \cdot \omega_0}{2} = \frac{5.5 \cdot 0.63}{2} = 1.74$$

Siden $\zeta > 1$ er det et overdempet system
Består av 2 første ordens system

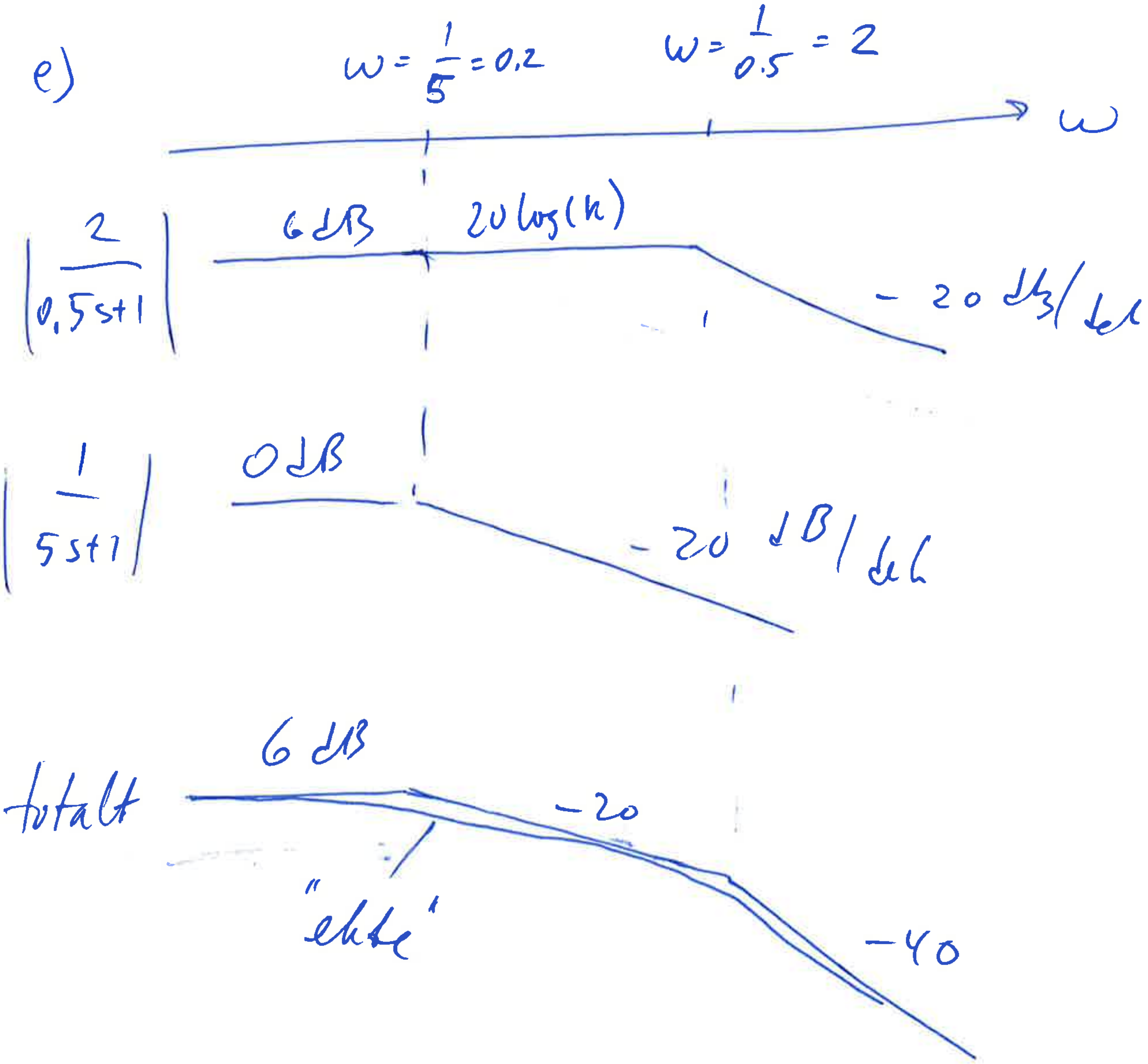
$\Longrightarrow$

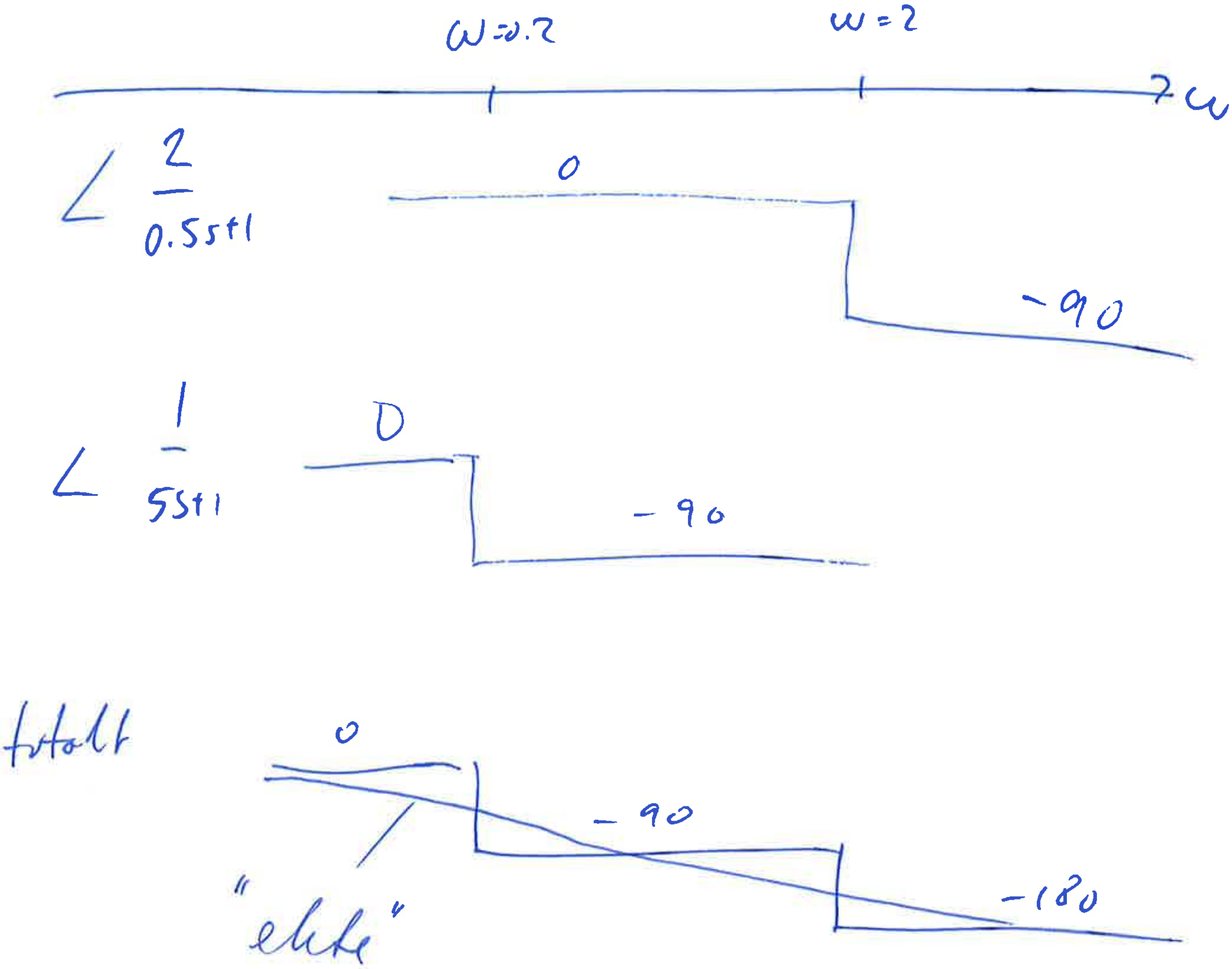
c) forts

$$H_p(s) = \frac{2}{(0{,}5s+1)(5s+1)}$$

d) Systemet er overdempet siden vi har to reelle første ordens system => og dermed er $\zeta > 1$ som i oppg c)

e)





f) $$|H_p(j\omega)| = \frac{2}{\sqrt{0.5^2\omega^2+1}\cdot\sqrt{5^2\omega^2+1}}$$

$$\angle H_p(j\omega) = -\operatorname{atan}(0.5\omega) - \operatorname{atan}(5\omega)$$

g) $u(t) = 0.1 \sin(\omega_0 t)$, $\omega_0 = 0.63$

$$|H_p(j\omega_0)| = \frac{2}{\sqrt{0.5^2 \cdot 0.63^2 + 1} \cdot \sqrt{5^2 \cdot 0.63^2 + 1}}$$

$$= 0.577$$

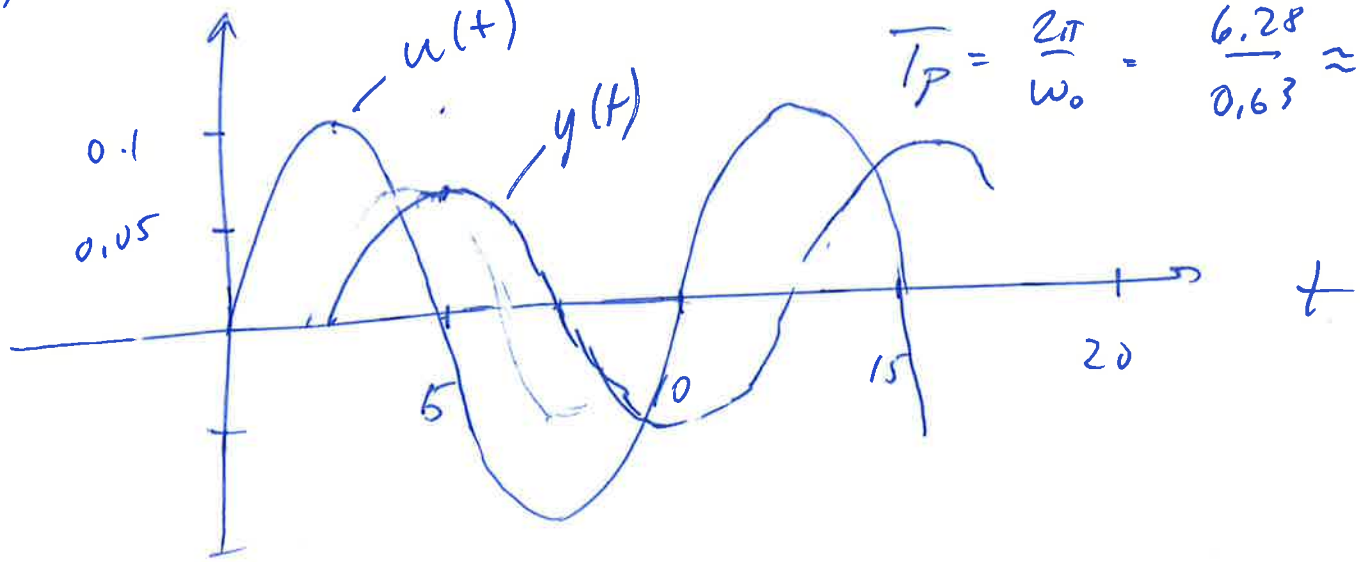
$$\angle H_p(j\omega_0) = -\operatorname{atan}(0.5 \cdot 0.63) - \operatorname{atan}(5 \cdot 0.63)$$

$$\approx -90^\circ = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$y(t) = 0.1 \cdot 0.577 \sin\left(0.63t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\underline{\underline{= 0.0577 \cdot \sin\left(0.63t - \frac{\pi}{2}\right)}}$$

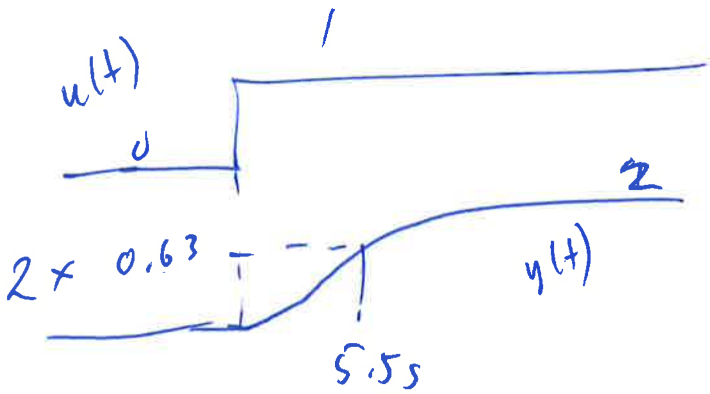
h)



$$T_p = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{6.28}{0.63} \approx 10\,s$$

i) $T_r \approx T_1 + T_2 = 5 + 0.5 = 5.5$ sek

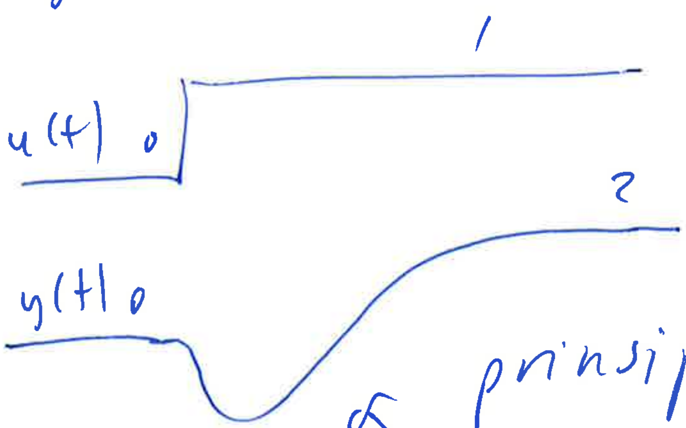
j)



⟹ neste side forts

m) Dette vil <u>ikke</u> påvirke stabiliteten siden det polene som bestemmer dette

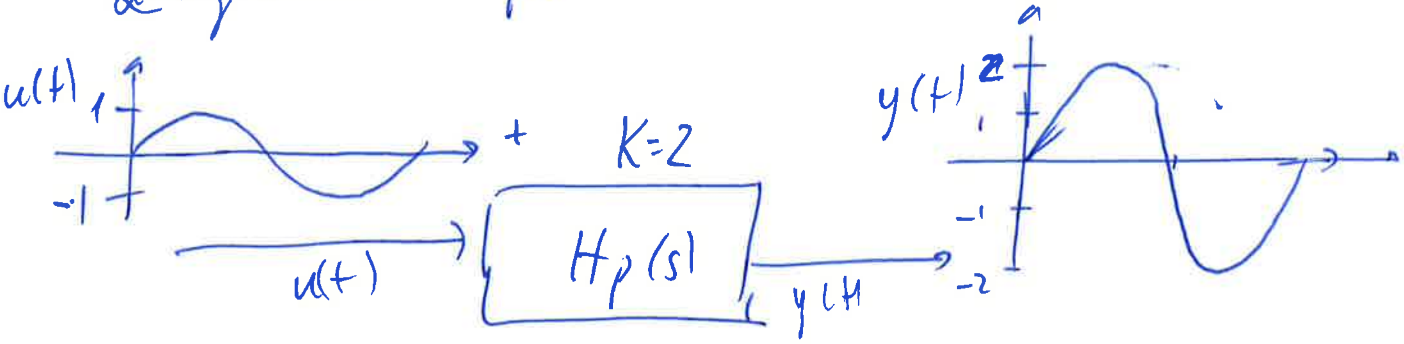
Vil gi invers respons.



← prinsipiell skisse

k) Ved å påtrykk $H_p(s)$ sinussignaler med forskjell frekvens (samme amplitude), vil man få denne situasjonen:

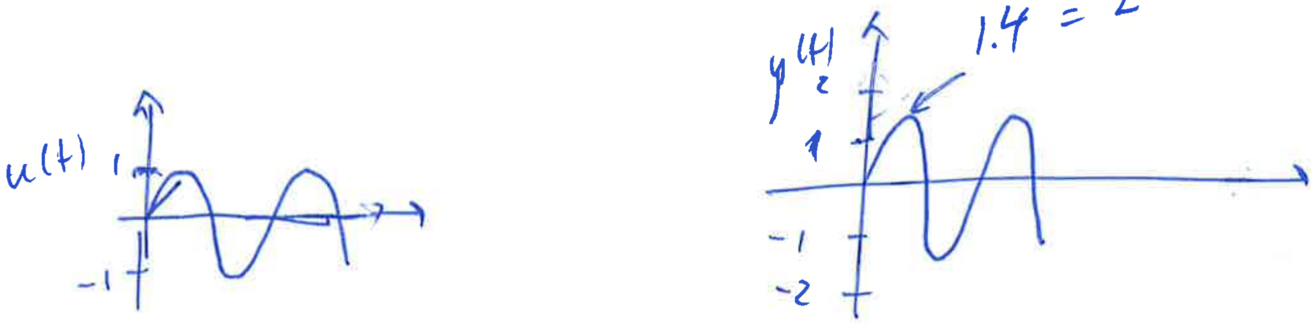
Langsomme frekvenser:



Båndbredde-frekvensen

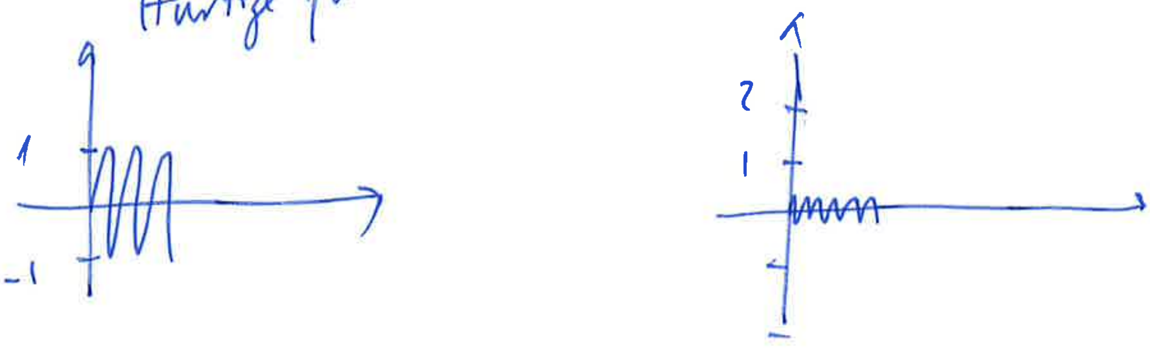
$K=2$ $-3dB$ demping

$1.4 = 2 \cdot 0.707$



Hurtige frekvenser

$20\log(0.707) = -3\,dB$



k) forts.

Når frekvensen i sinussignalet øker, vil amplituden i utgangssignalet reduseres.

Den frekvensen som gjør at amplituden er 70% av amplituden ved langsomme frekvenser (i dette tilfelle 70% av 2 når inngangssignalet har amplitude 1), kaller vi for båndbredden ω_b. Det vil si når $y(t) = 1.4 \cdot \sin(\omega_b t + \varphi)$.

Når frekvensen økes ytterligere, synker amplituden enda mer.

l) Fant av $\omega_0 = 0.63$ rad/s

Videre har vi at $H_p(s) = \dfrac{2}{(0.5s+1)(5s+1)}$

knekker i $\omega = 2$ rad/s

knekker i $\omega = 0.2$ rad/s

Ergo vil ω_b fra definisjonen i l) være $\omega_b = 0.2 \frac{rad}{s}$.

Dette ser vi også fra g) hvor $|H(j\omega_0)| = 0.577$ som er lavere enn 0.707 $(-3dB)$.

m) Se side 6

Oppg 2

a) Her e flere svar mulig.

$$H_m(s) = \frac{1}{(2s+1)(2s+1)}$$

eller

$$H_m(s) = \frac{1}{(s+1)(3s+1)}$$

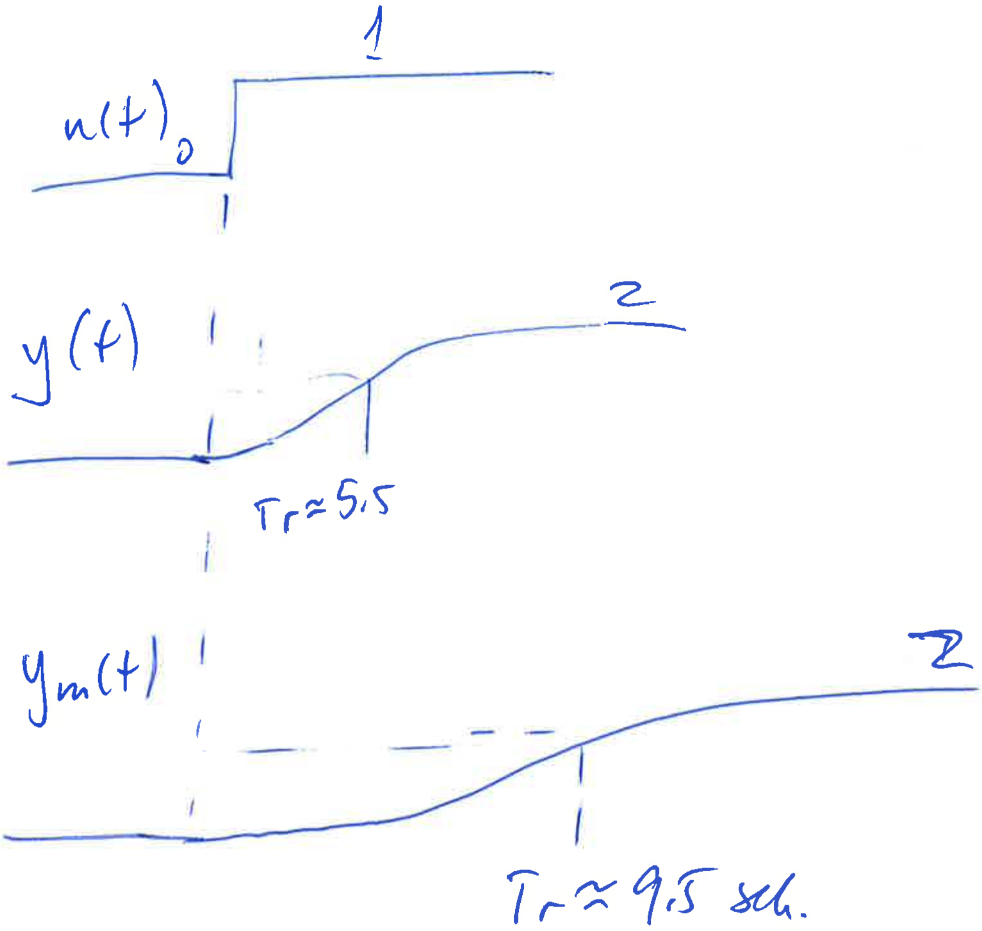
T_r avleses til ca 4 sek
⇓
tydelig andre ordens tids respons.

$$H_m(s) = \frac{1}{(0.1s+1)(3{,}9s+1)}$$ gir ikke poeng.

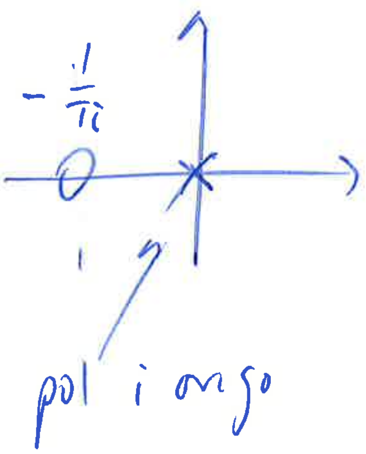
$$\approx \frac{1}{3.9s+1}$$ → første ordens tidsrespons.

b) Siden $T_r \approx 4s$ i måleinstrumentet og $T_r \approx 5.5s$ i prosessen, har de tilnærmet samme dynamikk. Dette vil føre til at reguleringssystemet blir unødvendig tregt. Burde brukt et raskere måleinstrument.

c)



d)



marginalt stabilt

En impuls ger en utgång mellan 0 og ∞

e)

$$H_0(s) = \underbrace{\frac{K_p(T_i s+1)}{T_i s}}_{H_r} \cdot \underbrace{\frac{2}{(0.5s+1)(5s+1)}}_{H_p} \cdot \underbrace{\frac{1}{(2s+1)(2s+1)}}_{H_m}$$

f) $\Delta K \approx 17\,dB$

$\varphi \approx 50°$

g) $\Delta K \approx 35\,dB$

$\varphi \approx 75°$

} Reguleringssystemet får større stabilitetsmarginer

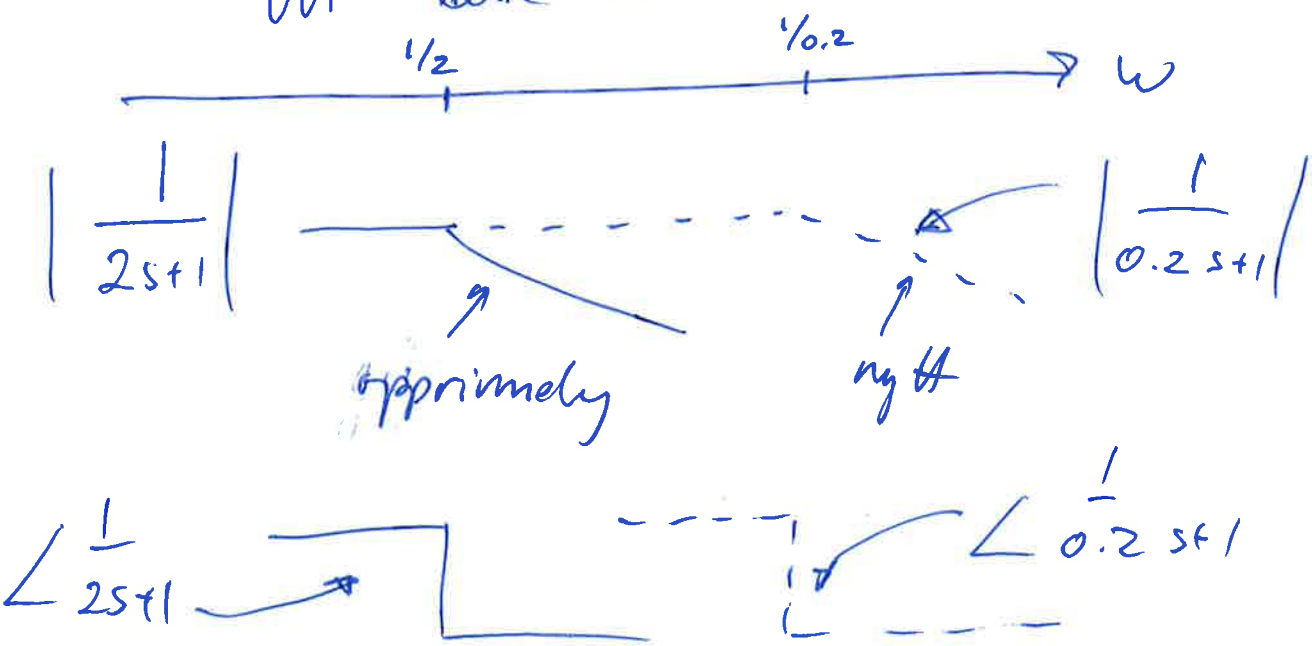
h) Dersom måleinstrument

$$H_m(s) = \frac{1}{(2s+1)(2s+1)}$$

endres f.eks. til

$$H_m(s) = \frac{1}{(0.2s+1)(0.2s+1)}$$

vil dette se slik ut i AFF diagram



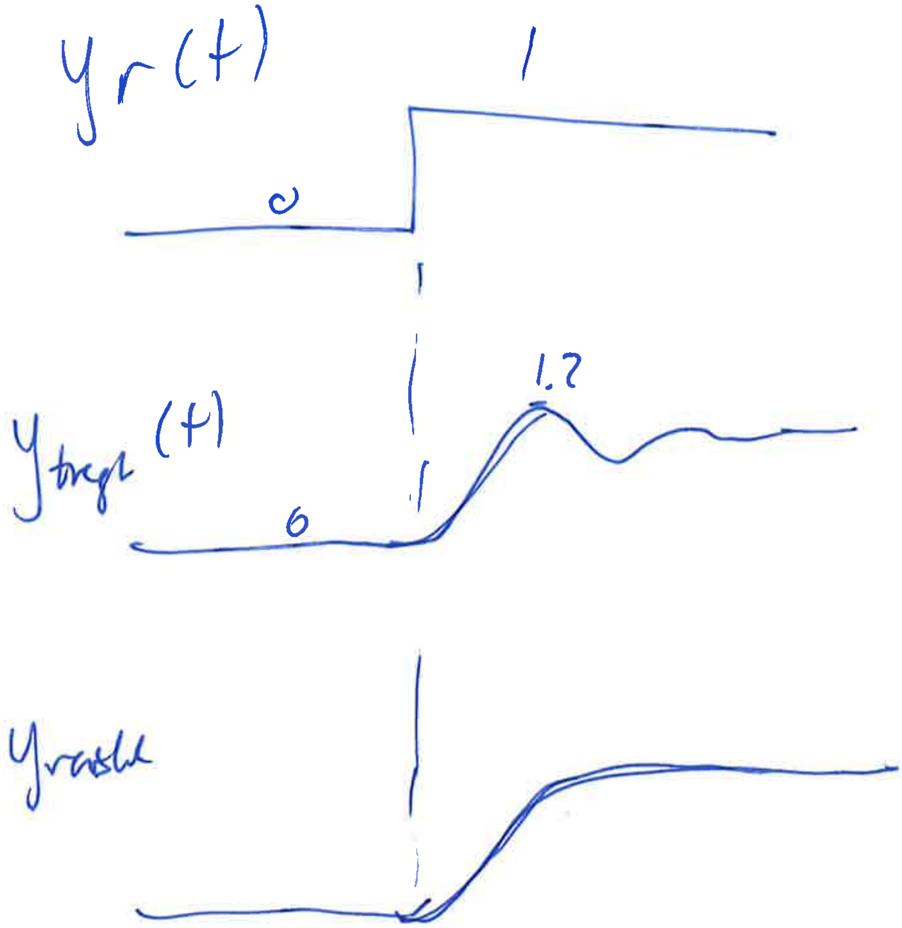
h) Det betyr altså at både amplitude karakteristikken og fase "beholdes" lenger opp i frekvens, og det er dette som observeres i fig 4.

j) $|H_0(j\omega)|$ må løftes ca 18 dB som betyr at K_p må økes med en faktor på 8

Ny $K_p = 0.1 \times 8 = \underline{\underline{0.8}}$

Ut fra figur 4 ser vi at $\varphi = 50°$ gir ca 20% oversving for det trege måleinstrument, mens $\varphi = 75°$ gir tilnærmet ingen oversving (raskt måleinstr.)

i)



j) Se formize sile