BLE320 Reg. tek, eksamen 1/12-16

a) Et arb.-pkt representerer et likevektspunkt for en prosess. Det er avleste verdier av pådrag og utgang ved stasjonære forhold, (u_A, y_A).

~~b)~~ En prosess har uendelig mange arb.-pkt

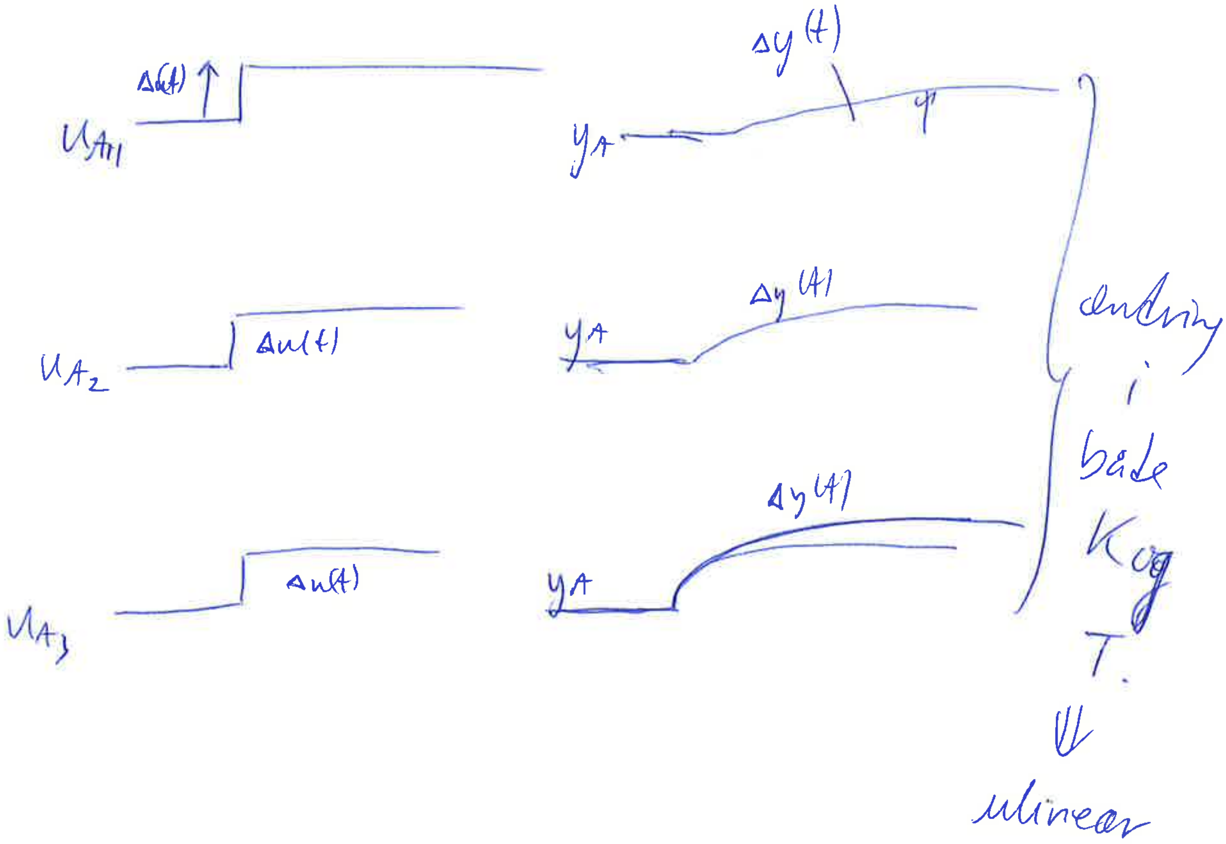
Vi fokuserer på dette begrepet fordi vi studerer stabilitet, vi lager regulator, vi utfører sprangrespons / frekvensrespons for ett arb.-pkt.

b) Det at en prosess er ulineær betyr at en liten økning i pådrag $u_A + \Delta u(t)$ omkring u_A gir forskjellig ~~økning for~~ endring i utgang, $y_A + \Delta y(t)$. Forskjellen viser seg som forskjellig tidskonstant og forsterkning, ζ, ω_0

Prosessen reagerer altså forskjellig avhengig av hvor den er, dvs avhengig av arb.-pkt.

Ulempen er at vi lager en regulator for ett arb.-pkt, og når dynamikken endres, er ikke lenger regulatoren tunet for nytt arb.-pkt.

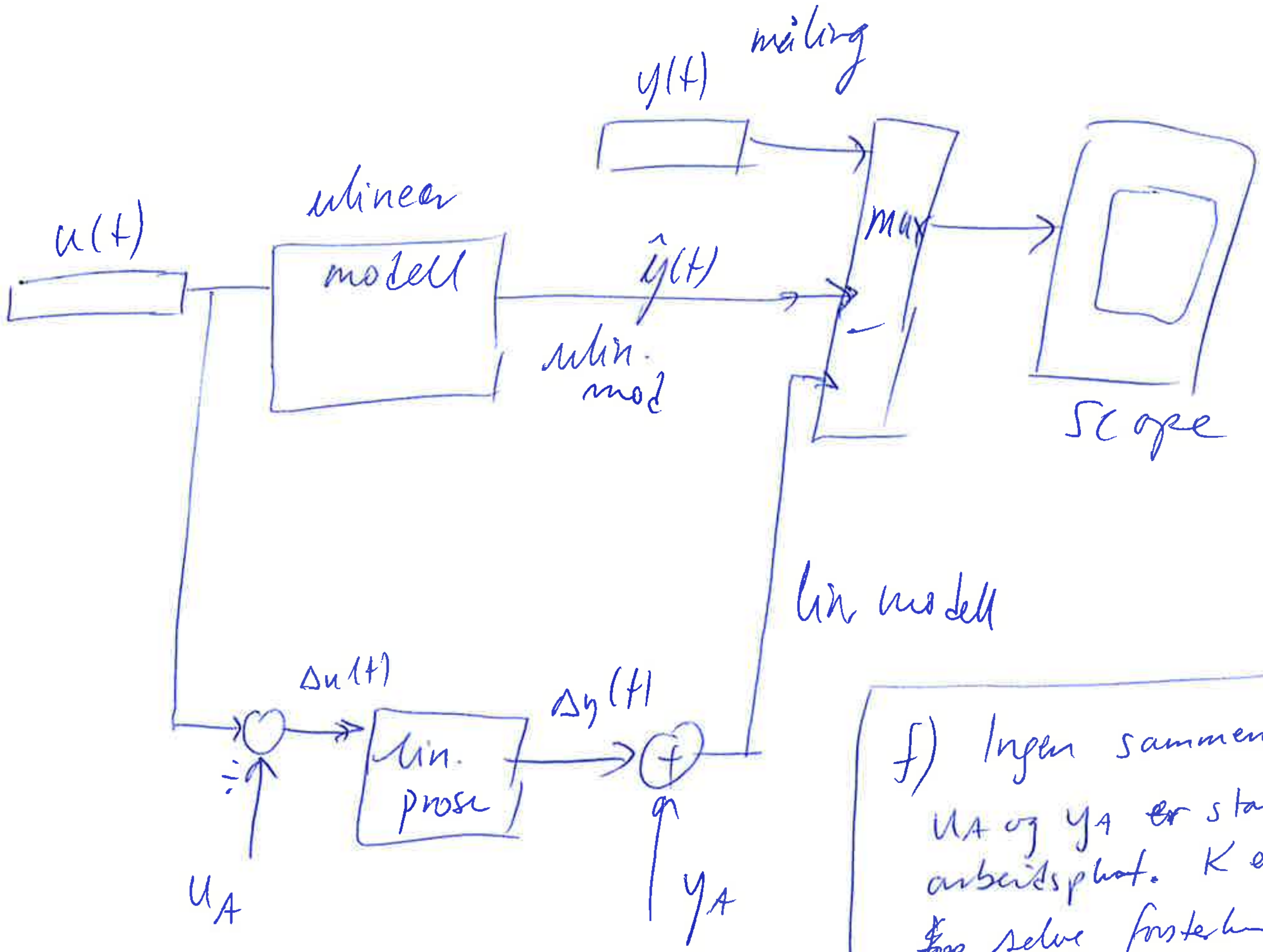
c) Jeg ville gitt små sprang $\Delta u(t)$ omkring forskjellige arb.- pkt.



d) En ulineær modell kan brukes til å simulere hele prosessen. Den kan også ~~brukes til å est~~ lineariseres slik at en lineær modell kan finnes. (omkring ett arb.-pkt)

En lineær modell kan Laplace transformere og finne transferfunksjon. Denne kan brukes til sprangrespons / frekvensrespons / stabilitets-analyse. En ulineær modell kan ikke brukes til reg. design.

e)



f) Ingen sammenheng. u_A og y_A er stasjonært arbeidspunkt. K er ~~for~~ selve forsterkningen i arb.pkt. lokalt.

g)

$$H_p(j\omega) = \frac{K}{Tj\omega+1} e^{-\tau j\omega}$$

$$= \frac{K}{1+j\omega T} e^{j(-\tau\omega)}$$

$$= \frac{K}{\sqrt{1+\omega^2T^2}\, e^{j\,\mathrm{atan}(\omega T)}} e^{j(-\tau\omega)}$$

$$= \frac{K}{\sqrt{1+\omega^2T^2}} \cdot e^{j(-\tau\omega - \mathrm{atan}(\omega T))}$$

g)

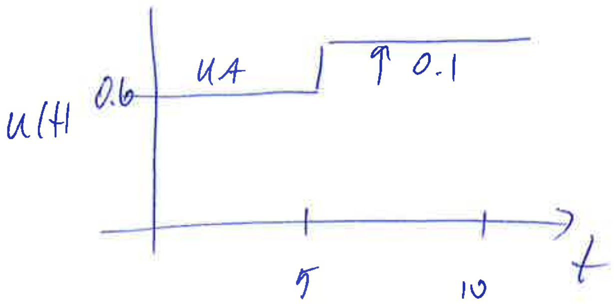
$$|H(j\omega)| = \frac{K}{\sqrt{1+\omega^2T^2}}$$

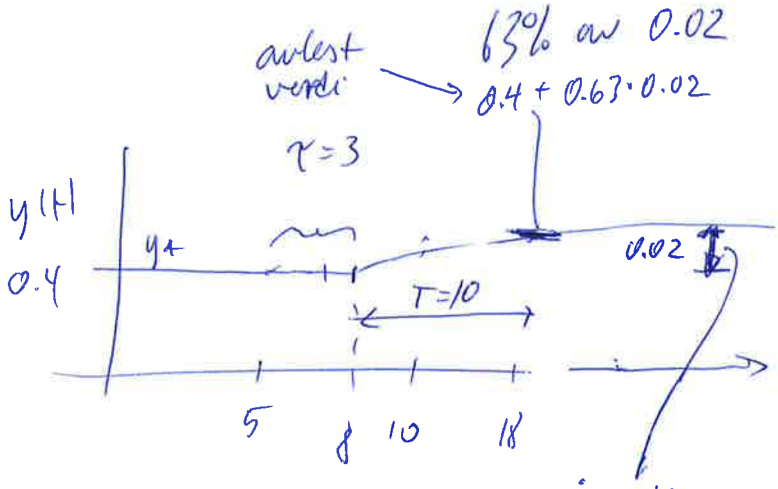
$$\angle H(j\omega) = -\tau\omega - \mathrm{atan}(\omega T)$$

h)

$$u(t) = u_A + \Delta u(t)$$

$$= 0.6 + 0.1$$





$$\Delta y = K \cdot \Delta u$$

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{0.02}{0.1} = 0.2$$

i)

$$u(t) = 0.1\sin(\omega_k t)$$

$$\omega_k = \frac{1}{T} = 0.1$$

$$|H(j\omega_k)| = \frac{0.2}{\sqrt{1+0.1^2\cdot 10^2}} = \underline{\underline{\frac{0.2}{\sqrt{2}}}}$$

$$\angle H(j\omega_k) = \overbrace{-3\cdot 0.1}^{rad} - \mathrm{atan}\left(\tfrac{1}{10}\cdot 10\right) = \overbrace{-0.3\cdot\frac{360}{2\pi}}^{-17^\circ} - 45 = \underline{\underline{-62^\circ}}$$

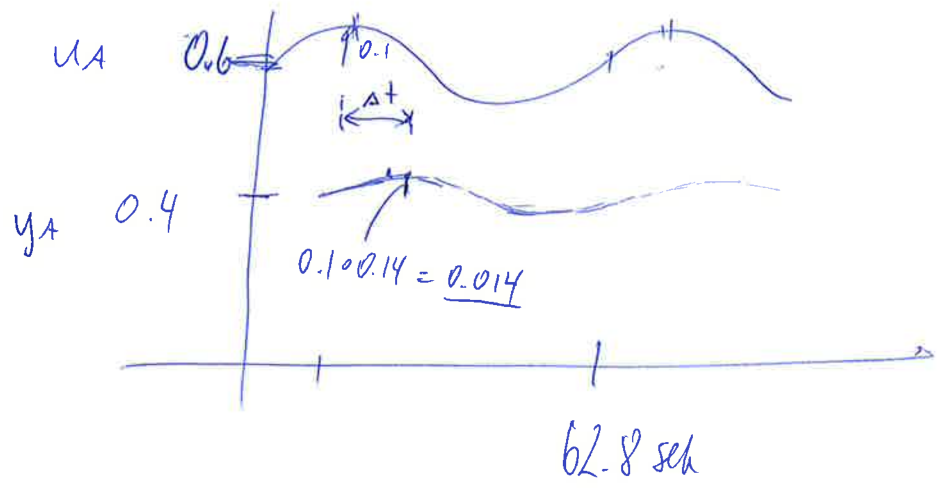
i) $|H(j\omega_k)| = 0.14$

$\angle H(j\omega_k) = -62^\circ$

$\omega_k = 0.1 \Longrightarrow \frac{2\pi}{T_p} = 0.1$

$T_p = \frac{2\pi}{0.1}$

$= 62$ sek



$$\frac{62.8}{360^\circ} = \frac{\Delta t}{62^\circ} \qquad \underline{\Delta t \approx 10.8 \text{ sek}}$$

Toppen i $y(t)$ ligger 10.8 sek bak toppen i $u(t)$

j) Z-N åpen sløyfe
Z-N lukket sløyfe
PID - metoden
(god gain)
} fungere

Polplassering fungerer ikke
pol/nullpunkt kansellering — " —

k)
$$u(t) = k_p\, e(t) + \frac{k_p}{T_i}\int e(\tau)\, d\tau$$

Laplace gir

$$u(s) = k_p\, e(s) + \frac{k_p}{T_i \cdot s}\, e(s)$$

$$= \left(k_p + \frac{k_p}{T_i s}\right) e(s)$$

$$\frac{u(s)}{e(s)} = \frac{k_p(T_i s + 1)}{T_i s}$$

$$H_m(s) = \frac{0.4}{0.1 s + 1}$$

$$e(s) = N(s) \cdot y_r(s) = \frac{1}{1 + H_0(s)}\, y_r(s) = \frac{1}{1 + \frac{k_p(T_i s+1)}{T_i s} \cdot \frac{K}{Ts+1} e^{-\tau s} \cdot \frac{0.4}{0.1s+1}} \cdot y_r(s)$$

$$e(s) = \frac{T_i s (Ts+1)(0.1 s+1)}{T_i s (Ts+1)(0.1s+1) + k_p(T_i s+1) \cdot K \cdot e^{-\tau s} \cdot 0.4} \cdot \Delta y_r(s)$$

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot e(s) = \lim_{s\to 0} \cancel{s}\, N(s) \cdot \frac{1}{\cancel{s}} \leftarrow y_r(s) = \frac{1}{s}$$

$$= N(0) = \frac{0}{0 + k_p K \cdot 0.4} = \underline{\underline{0}}$$

l) $|N(j\omega_s)|_{dB} = -10.6\ dB$

betyr at $|N(j\omega_s)| = 0.3$ i ~~sen~~ lineær forsterkning

Tolkning 1) $\underline{e(s) = N(s) \cdot y_r(s)}$, betyr at

et sinussignal i $y_r(t)$ med frekvens

ω_s : $y_r(t) = \sin(\omega_s t)$

vil gi en amplitude i reg. avvik

på $e(t) = 0{,}3 \cdot \sin(\omega_s t \mp \varphi)$

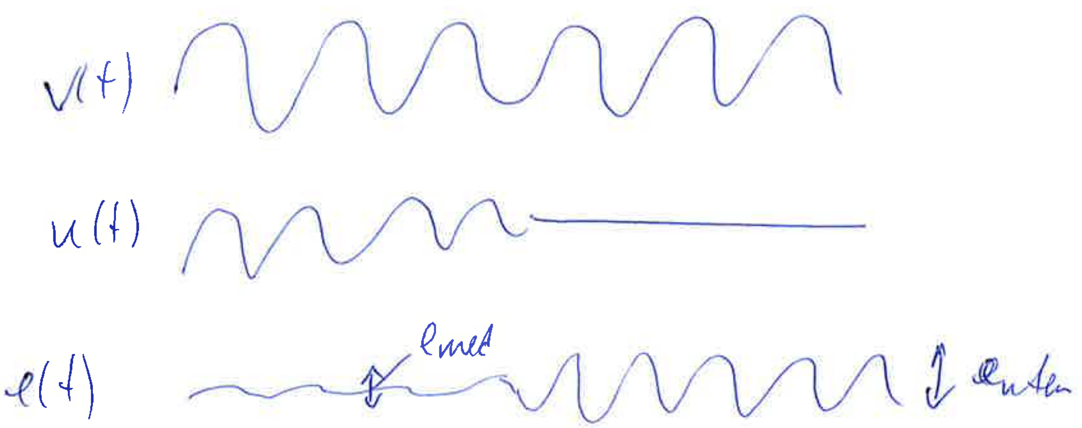
Tolkning 2) $N(s) = \dfrac{e_{med}(s)}{e_{uten}(s)}$

altså at ~~forbildet~~ reg. avvik med reg

over reg. avvik uten er 0.3

ved en sinusformet forstyrrelse.

$v(t) = \sin(\omega_s t)$



l) forholdet $\frac{e_{uten}}{e_{med}} = 0.3$

m) Forvente $|M(j\omega_s)| \approx 1$ fordi vi har gode følgeegenskaper $(|N(j\omega_s)| \ll 1$

~~n) Det er viktig for at endring i prosess og regulator og måleinstrumentet (bytting av) skal gi oss en viss sikkerhet for at vi er et godt stykke unna stabilitetsproblem~~

n)

$$K_p = \frac{0.9 \cdot U}{L \cdot R} = \frac{0.9 \cdot U}{L \cdot \frac{K \cdot U}{T}} =$$

$$\frac{0.9 \cdot T}{L \cdot K} = \frac{0.9 \cdot 10}{3 \cdot 0.2} = \underline{\underline{15}}$$

$$T_i = 3.3 \cdot L = 3{,}3 \cdot 3 = \underline{9.9\ s}$$

I forhold til verdiene som allerede er i regulatoren, $K_p = 7.5$ og $T_i = 10s$, ~~det~~ er K_p doblet. Ergo vil ΔK reduseres med 6dB $(20\log(2))$

n)

φ vil reduseres