TTK4100 øving 2

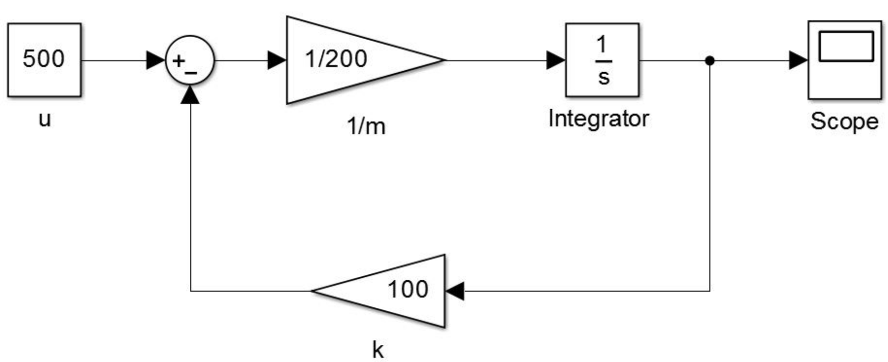
Martin Madsen, MTTK, gruppe 61

October 2015

1 Oppgave 1

a) i øving 1 fant vi ut at en AUV kan modeleres med ligning (1), hvor m er masse, u er propellkraft og k er en konstant som anngir motstanden i vannet.

$$\dot{v} = \frac{1}{m}u - \frac{k}{m}v \tag{1}$$



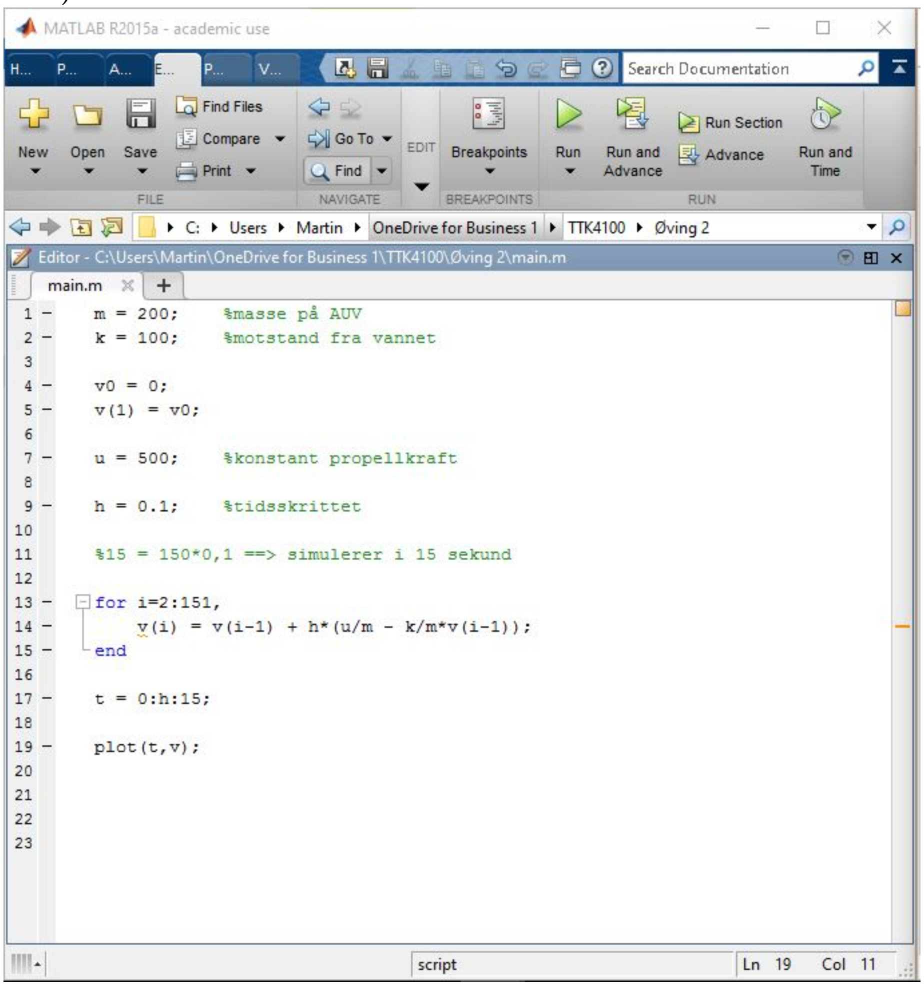
Fra blokkdiagrammet ser vi at systemet har en inngang og en utgang dette tilsier at systemet er monovariabelt. Det er en negativ tilbakekobling.

b) Euler's metode en numerisk tilnærming til løsningen av differensial ligninger. Gitt en diffligning på formen $\dot{x} = f(x)$ vil Eulers metode være følgende:

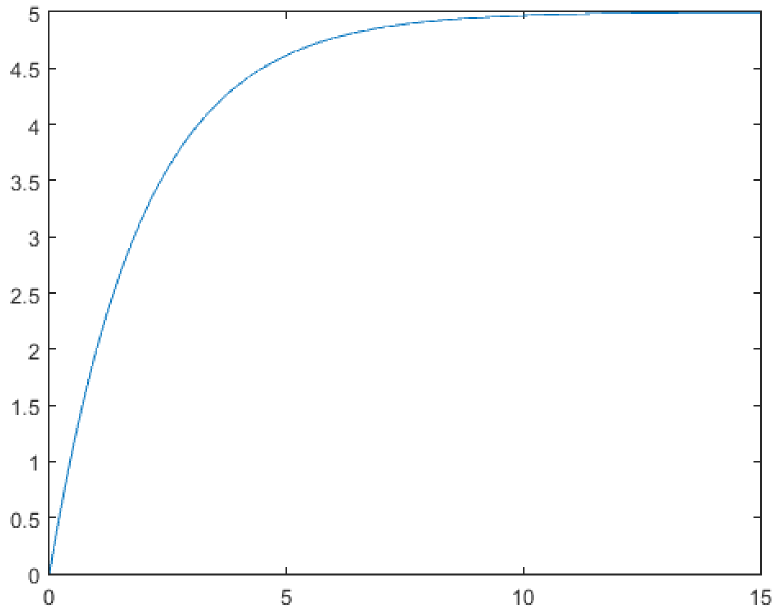
$$x_{n+1} = x_n + hf(x_n) \tag{2}$$

c) Nøyaktigheten på løsningen vi finner med Euler's metode avhenger av tidskrittet vi bruker. et mindre tidsskritt gir høyere nøyaktighet.

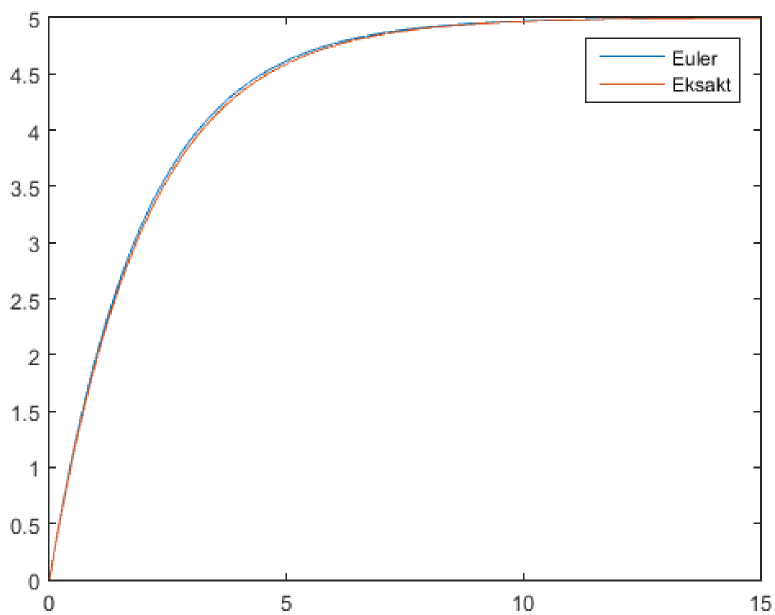
d) MATLAB kode:



Plot:

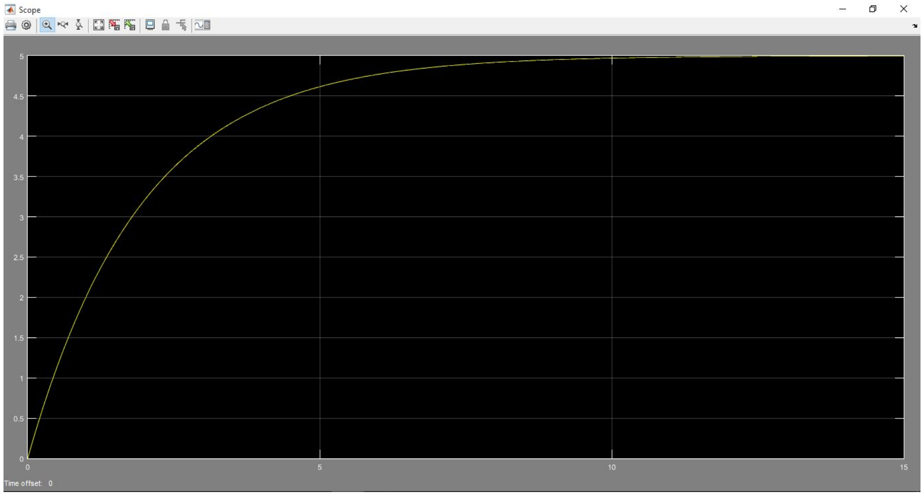


e) Plot av både Euler's metode og eksakt løsning:



Sammenligner man Euler's metode med den eksakte løsningen av systemet så virker det som Euler's metode er en veldig god tilnærming. Eksempel: ved t= 6,75 er avstanden mellom Euler's metode og den eksakte løsningen lik 0,01 (Funnet ved å zoome inn på plottet fra MATLAB).

f) Simulerer vi dette med simulink modellen vår fra 1a) får vi følgende fra scope:



2 Oppgave 2

a) Setter opp en momentbalanse gitt ved:

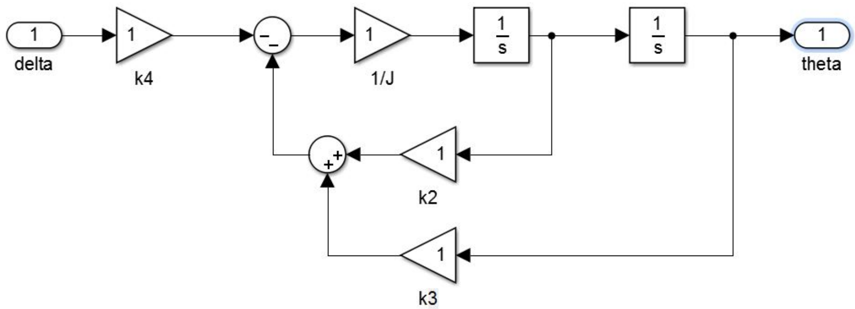
$$J\ddot{\theta} = \sum M \tag{3}$$

$$\rightarrow J\ddot{\theta} = -k_2\dot{\theta} - k_3\theta - k_4\delta \tag{4}$$

$$\rightarrow \ddot{\theta} = \frac{1}{J}\big(- k_2\dot{\theta} - k_3\theta - k_4\delta\big) \tag{5}$$

Ligning 5 er en andre ordens differensialligning, og systemet er derav av andre orden.

b) Blokkdiagrammet ligning (5) kan sees under. Det er produsert i Simulink



3 Oppgave 3

a) Bevegelsesligning i x-retning:

$$\dot{x} = cos(\theta)v \tag{6}$$

b) Bevegelsesligning i z-retning:

$$\dot{z} = -sin(\theta)v \tag{7}$$

c) ligning (5) kan deles opp i to første ordens differensialligninger, setter man dette sammen med ligningene funnet i 3a og 3b, og øving 1 kan man beskrive fartøyets bevegelse i xz-planet:

$$\dot{x} = cos(\theta)v \tag{8}$$

$$\dot{z} = -sin(\theta)v \tag{9}$$

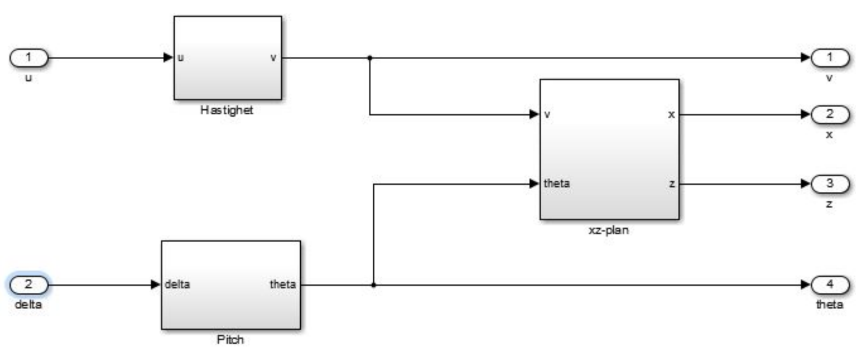
$$\dot{v} = \frac{1}{m}u - \frac{k}{m}v \tag{10}$$

$$\dot{\theta_1} = \theta_2 \tag{11}$$

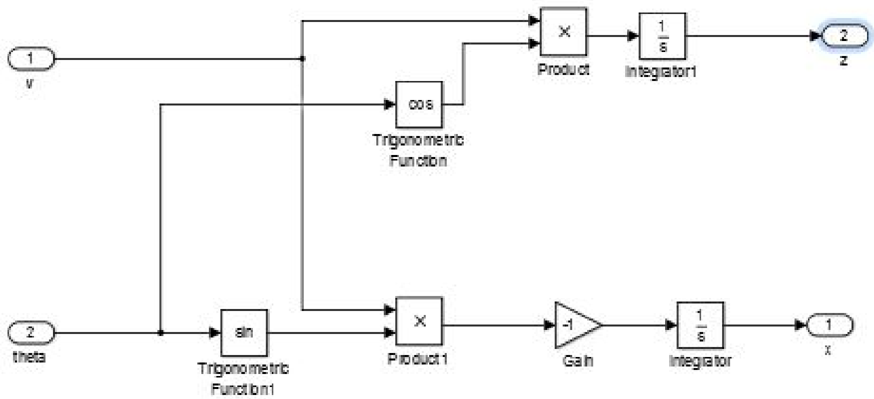
$$\dot{\theta_2} = \frac{1}{J}\big(- k_2\dot{\theta} - k_3\theta - k_4\delta\big) \tag{12}$$

her er $\theta_1 = \theta$ og $\theta_2 = \dot{\theta}$. Vi har 5 ligninger av første orden, så vi har et 5. ordens system. Det er flere forksjellige inn og ut signaler, så modellen er multivariabel. Sinus- og cosinusleddene er ulineære så modellen vår er ulineær.

d) Figuren under viser systemet realisert i simulink med verdiene oppgitt i øvingen.



Subsystemet "Hastighet" er det fra oppgave 1a, og subsystemet "pitch" er fra oppgave 2b. Subsystemet "xz-plan" kan sees under.



e)

1. θ_0 konstant, δ endres $\rightarrow$ AUV'en dykker raskere.
2. δ og u konstant, θ_0 økes $\rightarrow$ AUV'en dykker raskere.
3. θ_0 og δ konstant, u endres $\rightarrow$ AUV'en kjører lengre.