Naam: Daniël Martoredjo & Kevin Oei
Klas: EQ2
Practicumgroep: EQ2.a
Datum van inlevering: 2015.03.11

Beoordeling:

Datum beoordeling:

Paraaf docent:

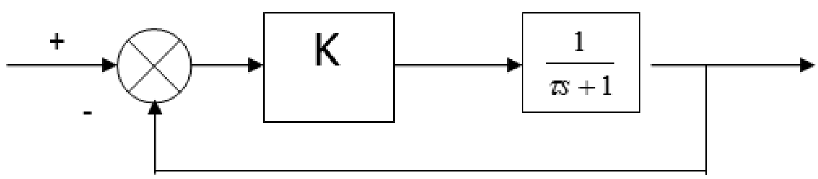
PROEF 2: INVLOED TEGENKOPPELING

Inhoud:

In deze practicumopdracht wordt er met het watervat uit proef 1 verder gewerkt. Het waterniveau in het vat moet op een bepaalde hoogte kunnen worden geregeld. Daarvoor wordt er een regeling ontworpen.

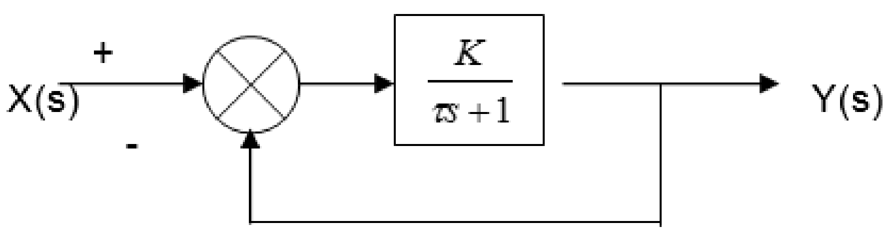
INLEIDING:

Het watervat uit proef 1 wordt nu teruggekoppeld. De waterhoogte wordt gemeten en vergeleken met de gewenste hoogte. Zie figuur 5.4 in het boek voor het processchema. Aangenomen wordt dat de overdracht van de vlotter lineair is, en dat de versterking in te terugkoppeling gelijk is aan één. Er wordt een lineaire klep gebruikt. De balans van de hefboom kan worden versteld. De overdrachten van regelaar, klep en hefboom kunnen samengenomen worden tot een versterkingsfactor K. Hierbij is K in te stellen door de balans van de hefboom te verstellen of in de regelaar. De overdracht van watertoevoer en werkelijke waterhoogte is in proef 1 vastgesteld. Hierdoor ontstaat het volgende model van deze niveauregeling:



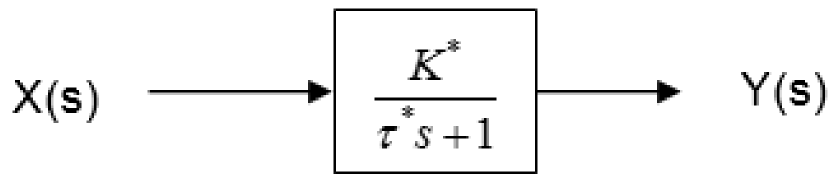
Figuur 1: Blokschema niveauregeling

Dit schema kan verder worden vereenvoudigd:



Figuur 2: Teruggekoppeld systeem

Dit tegengekoppeld systeem is te vereenvoudigen tot een overdracht dat weer een eerste orde systeem blijkt te zijn maar dan natuurlijk met een andere versterking K^* en tijdconstante τ^*:



Figuur 3: Vereenvoudigd systeem

$H(s) = \frac{K^*}{\tau^* s + 1}$

De tijdconstante τ* en de versterking K* van dit systeem als functie van K zijn:

$\tau^* = \frac{\tau}{1+K}$

$K^* = \frac{K}{1+K}$

MEETOPDRACHTEN:

Meetopdracht 1:

Voer het schema van proef 1 in. Neem: $\tau = 1\backslash 2$ sec. en K = 1. Geef de stapresponsie door dit proces te runnen (responsie toevoegen aan het verslag op blz. 2.4). Neem daarbij voor de simulatietijd 2 sec.

Meetopdracht 2:

Voeg de tegenkoppeling toe aan het schema zoals aangegeven in figuur 2. Op de ingang wordt weer een stap van één gezet.

Geef de stapresponsie door dit proces te runnen (responsie toevoegen op blz. 2.4). Bepaal uit deze responsie de tijdconstante en de statische versterking:

τ*berekend= 0,25 τ*gemeten = 0,264

K*berekend= 0,5 K*gemeten = 0,5

Meetopdracht 3:

We gaan de versterking vergroten.

Voor K=2: Geef de stapresponsie door dit proces te runnen (responsie toevoegen op blz. 2.4). Bepaal uit deze responsie de tijdconstante en de statische versterking:

τ*berekend= 0,1667 τ*gemeten = 0,1728

K*berekend= 0,6667 K*gemeten = 0,6667

Meetopdracht 4:

Doe dit ook voor K=5: Geef de stapresponsie door dit proces te runnen (responsie toevoegen op blz. 2.4). Bepaal uit deze responsie de tijdconstante en de statische versterking:

τ*berekend= 0,0833 τ*gemeten = 0,0837

K*berekend= 0,8333 K*gemeten = 0,8333

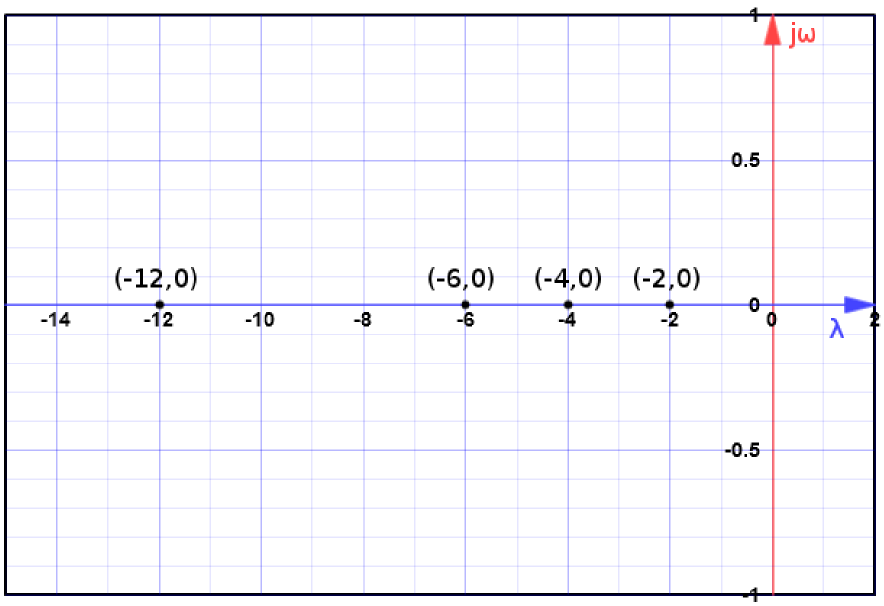
Thuisopgaven:

Bestudeer par. 5.2 voorbeeld 5.2 en par 3.3 t/m voorbeeld 3.3 uit het studieboek. Gevraagd:

1. Teken in het onderstaande s-vlak het polen en nulpuntenbeeld van het tegengekoppelde systeem voor K=0, 1, 2, 5

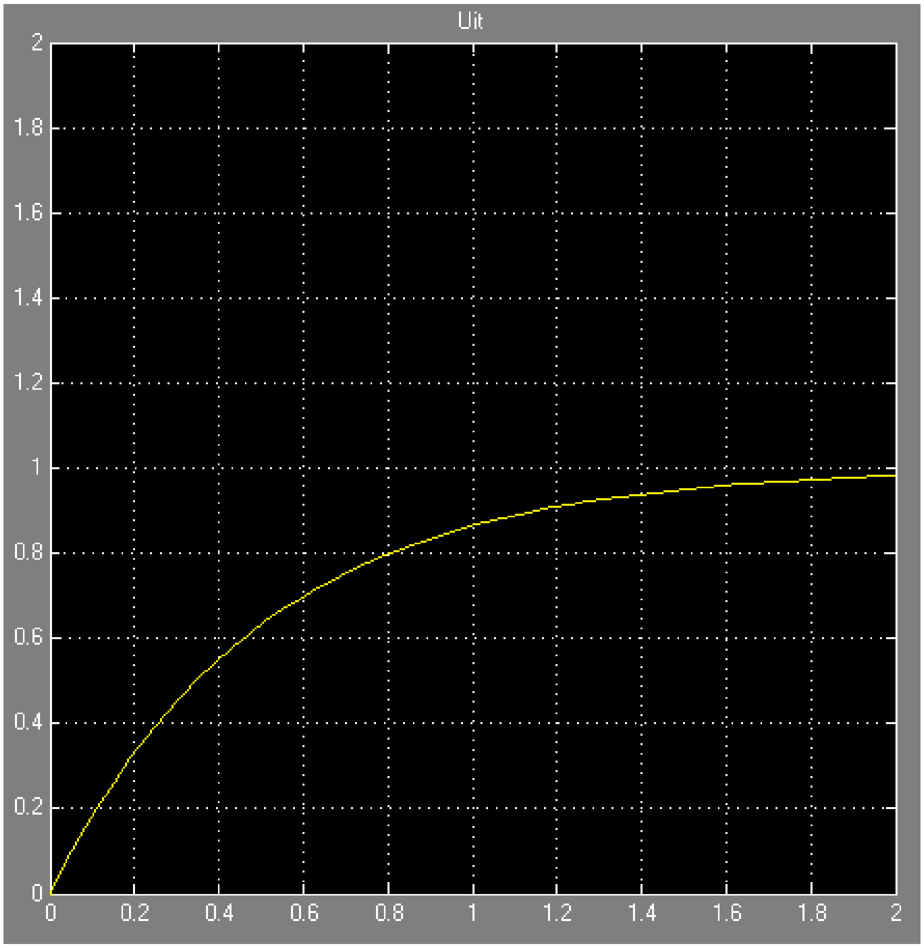
Tabel 1: Tabel polen- en nulpunten

K	$K^* = \frac{K}{1+K}$	τ	$\tau^* = \frac{\tau}{1+K}$	$H(s) = \frac{K^*}{\tau^* s+1}$	$Pool\,(\lambda, j\omega)$	$Nulpunten$
0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$(-2, 0)$	
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{s+4}$	$(-4, 0)$	
2	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{4}{s+6}$	$(-6, 0)$	
5	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{10}{s+12}$	$(-12, 0)$	

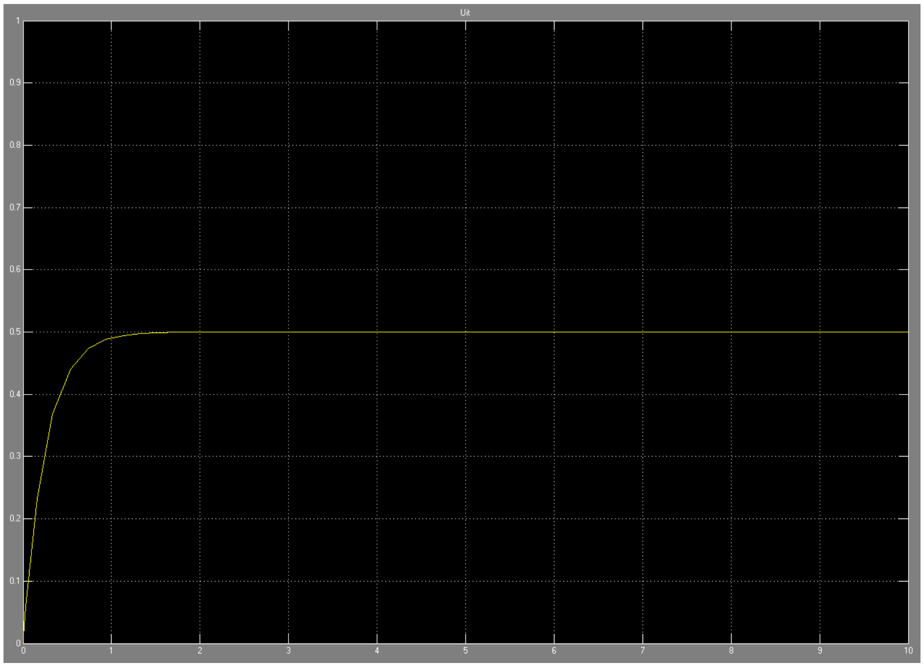


Figuur 4: Polen- en nulpuntbeeld van H(s)

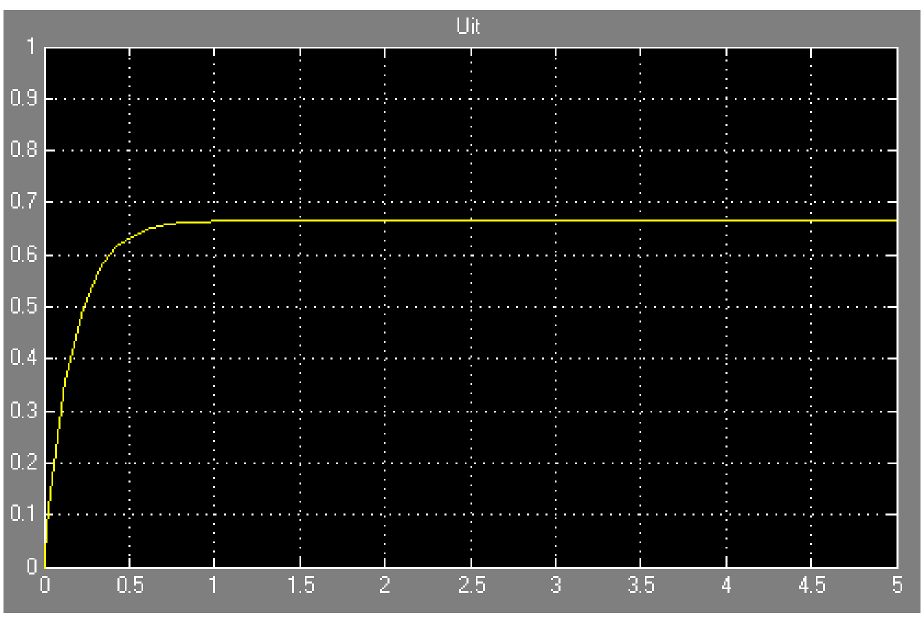
Plak hieronder de responsies van meetopdrachten 1 t/m 4.



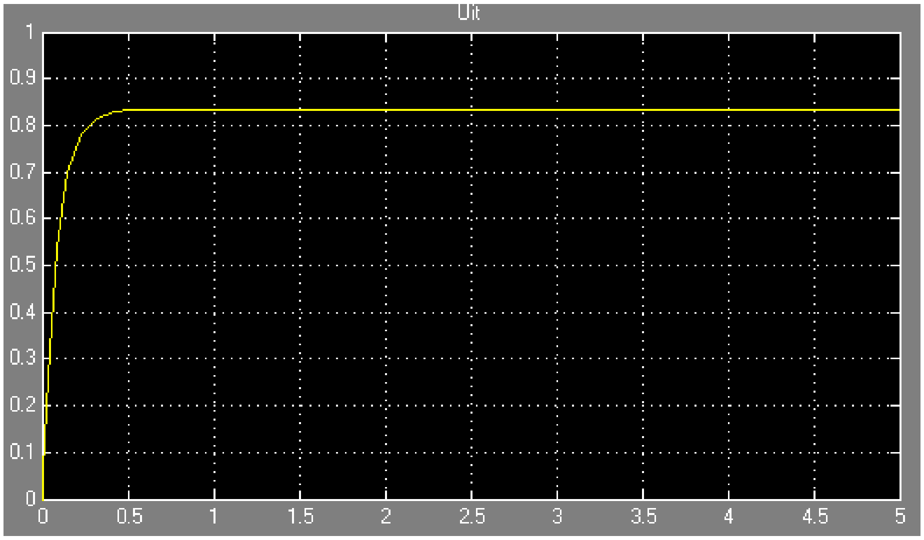
Figuur 5: Responsie meetopdracht 1



Figuur 6: Responsie meetopdracht 2



Figuur 7: Responsie meetopdracht 3



Figuur 8: Responsie meetopdracht 4

2. De waarde van een pool op de reële as van het s-vlak geeft de absolute demping aan. Wat is het verband tussen de absolute demping en de tijdconstante van een systeem:

   Hoe groter K_{pn}, hoe kleiner de tijdsconstante.

   De stapresponsie is

   $Y(s) = X(s) \times H(s) = \frac{1}{s} \times \frac{K^*}{\tau^* s+1}$

3. Bereken de stapresponsie y(t). Laat voor het gemak eerst K* en τ* in de afleiding staan en vul op het eind van de afleiding K in bij K* en τ*

   $Y(s) = X(s) \times H(s) = \frac{1}{s} \times \frac{K^*}{\tau^* s+1} = \frac{K^*}{s(\tau^* s+1)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{\tau^* s+1} \Leftrightarrow$

   $K^* = A(\tau^* s + 1) + B \times s$

   Stel $s = 0$:

   $K^* = A(1) + 0 \Leftrightarrow A = K^*$

   Stel $s = \frac{-1}{\tau^*}$:

   $K^* = 0 + B \times \frac{-1}{\tau^*} \Leftrightarrow B = -K^* \times \tau^*$

   $Y(s) = K^* \frac{1}{s} - K^* \tau^* \frac{1}{\tau^* s+1} = K^* \frac{1}{s} - K^* \tau^* \frac{\frac{1}{\tau *}}{s+\frac{1}{\tau *}}$

   $y(t) = K^* - K^* \tau^* \frac{1}{\tau^*} e^{-\frac{1}{\tau^*}t} = K^*(1 - e^{-\frac{1}{\tau^*}t}) = \frac{K}{1+K}(1 - e^{-\frac{1}{\frac{\tau}{1+K}}t})$

4. Welk deel van de stapresponsie y(t) van vraag 3 is verantwoordelijk voor het dynamisch gedrag?

$-e^{-\frac{1}{\frac{\tau}{1+K}}t}$

5. Welk deel van de stapresponsie y(t) van vraag 3 is verantwoordelijk voor het statische gedrag?

   $\frac{K}{1+K}$

6. Vul de waarde K=0, 1, 2 en 5 en τ=1/2 sec in de berekende responsie van vraag 3

Tabel 2:

K	$y(t)$
0	0
1	$\frac{1}{2}(1-e^{-4t})$
2	$\frac{2}{3}(1-e^{-6t})$
5	$\frac{5}{6}(1-e^{-12t})$

7. Beschrijf het verband tussen de poolpositie van figuur 4 en de zonet berekende responsie en de gemeten tijdresponsie.
   De exponenten van de e-machten zijn de polen in figuur 4

8. Leid de formules (blz. 3) van het teruggekoppelde systeem af. Bestudeer eerst par. 2.4. uit het boek

   Geef H(s) van dit tegengekoppelde systeem:

   $Y(s) = H_1(s)(X(s) - Y(s) \Leftrightarrow Y(s)(1 + H_1(s)) = X(s)(H(s) \Leftrightarrow$
   $H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H_1(s)}{1+H_1(s)} = \frac{1}{\frac{1}{H_1(s)}+1} = \frac{1}{\frac{\tau s+1}{K}+1} = \frac{K}{\tau s+1+K} = \frac{\frac{K}{1+K}}{\frac{\tau}{1+K}s+1} = \frac{K^*}{\tau^* s+1}$, met $K{*}{=}\frac{K}{1+K}$ en $\tau^* = \frac{\tau}{1+K}$.

   Dit tegengekoppeld systeem is weer een eerste orde systeem maar dan natuurlijk met een andere versterking K* en tijdconstante τ*:

   $H(s) = \frac{K^*}{\tau^* s+1}$

   Schrijf de jou afgeleide overdracht in deze vorm (dus zorg ervoor dat in de noemer een +1 staat ofwel deel het stuk zonder s eruit zodat dit 1 wordt). Vergelijk de afgeleide H(s) met deze standaard eerste orde overdracht en laat zien dat de tijdconstante τ* en de versterking K* van dit teruggekoppelde systeem een functie van K zijn volgens de volgende formules:

   $\tau^* = \frac{\tau^*}{1+K}$

   $K^* = \frac{K}{1+K}$