

# Handleiding PI practicum PAO cursus Slimmer Waterbeheer met Real-Time Control, 15-16 maart 2016

R. R. P. van Nooijen.

14 maart 2016

## Samenvatting

PI practicum handleiding PAO cursus Slimmer Waterbeheer met Real-Time Control, 15-16 maart 2016. Zie voor terminologie [1].

## 1 Introductie

De natuurlijke taal voor het beschrijven van geregelde systemen is de beeldtaal van blokdiagrammen. In Figuur 1 is een voorbeeld gegeven van een dergelijk diagram. De lijnen veregenwoordigen informatiestromen in de richting gegeven door de pijlen. De blokken vertegenwoordigen processen. Processen hebben ingangen, waar informatie van de omgeving invloed kan uitoefenen op het proces en uitgangen waar informatie afkomstig uit het systeem naar de omgeving van het systeem wordt uitgevoerd.

Voor een eerste kennismaking met de effecten van sturing zal worden gewerkt met de modelleer omgeving „Xcos”, onderdeel van het open source pakket „scilab” [2]. In deze omgeving kunnen blokdiagrammen gebouwd worden, waarvan het gedrag vervolgens door het programma gesimuleerd wordt.

### Introductie van Xcos

Het programma leeft onder het icoontje getoond in Figuur 2.

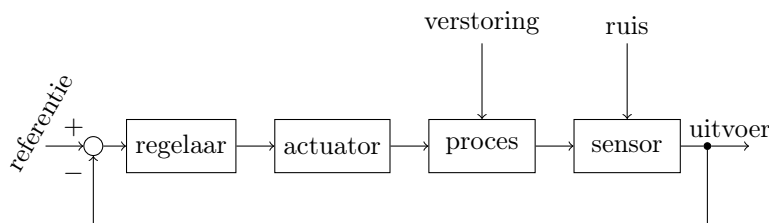
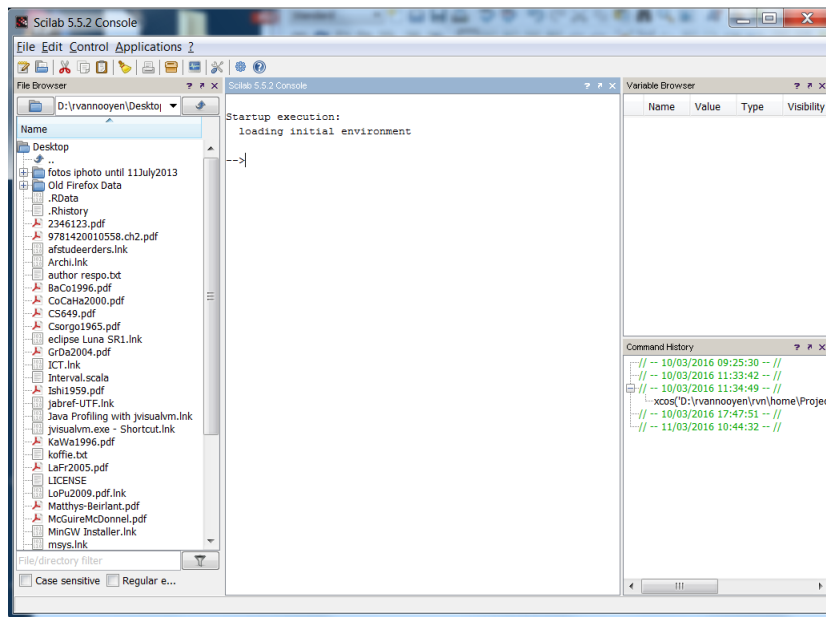


Figure 1: Een regeling met terugkoppeling

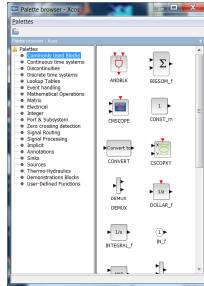


Figuur 3: Hoofdvenster scilab

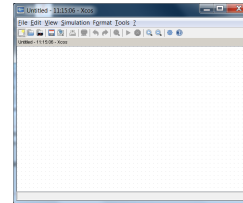
Na het starten van het programma ziet men het hoofdvenster (Figuur 3). Via het bestandsbeheervenster links kan een werkmapp gekozen worden. Let op: de menu balk is context afhankelijk, voor ieder deelvenster worden er andere menu teksten getoond. Door nu het „console” deelvenster actief te maken en het menu „applications” te selecteren krijgen we toegang tot de opdracht „Xcos” waarmee een nieuw, leeg werkvenster (Figuur 4b) voor het opbouwen van een blokdiagram wordt geopend. Ook opent zich automatisch de „Palette Browser” (Figuur 4a), een overzicht van kant-en-klare blokken voor gebruik in blokdiagrammen. Een al bestaand diagram kan worden geopend door in het „File Browser” deelvenster op dat diagram te dubbelklikken. Als eerste voorbeeld zullen we het diagram `instroom.xcos` openen (Figuur 5). In het diagram zien we twee blokken, die een grafiek maken van een signaal (Figuur 6a) en een klok (Figuur 6b), die bepaalt op welke tijdstippen en punt aan de eraan verbonden grafieken wordt toegevoegd. Als we op het pijltje in de balk met icoontjes drukken wordt de simulatie uitgevoerd en verschijnen er twee grafieken. Via het menu „View” kunnen we de „Palette browser” zichtbaar maken. Als tweede voorbeeld zullen we het diagram `integrator.xcos` openen. In dit diagram komt een nieuw blok voor, de integrator (Figuur 6c). Dit blok integreert het ingangs-signaal. Als derde voorbeeld zullen we het diagram `stap_vertraging.xcos` openen. In dit diagram komen twee nieuwe blokken voor, de Sample/Hold (Figuur 6d) en de 1-staps vertraging (Figuur 6e). We zien dat de onderste klok met een tijdstap van 300s de bemonstering aanstuurt en dat het  $1/z$  blok zorgt voor een tijdstap vertraging. Voor alle blokken geldt dat door dubbel klikken een dialoog opent waarin de instellingen van het blok kunnen worden aangepast.



Figuur 2: Scilab

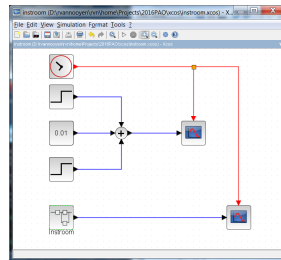


(a) Het Xcos palet



(b) Xcos blanco blokkdiag-gram

Figuur 4: Xcos



Figuur 5: Instroom



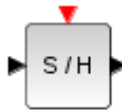
(a) Grafiek



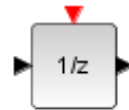
(b) Klok



(c) Integrator

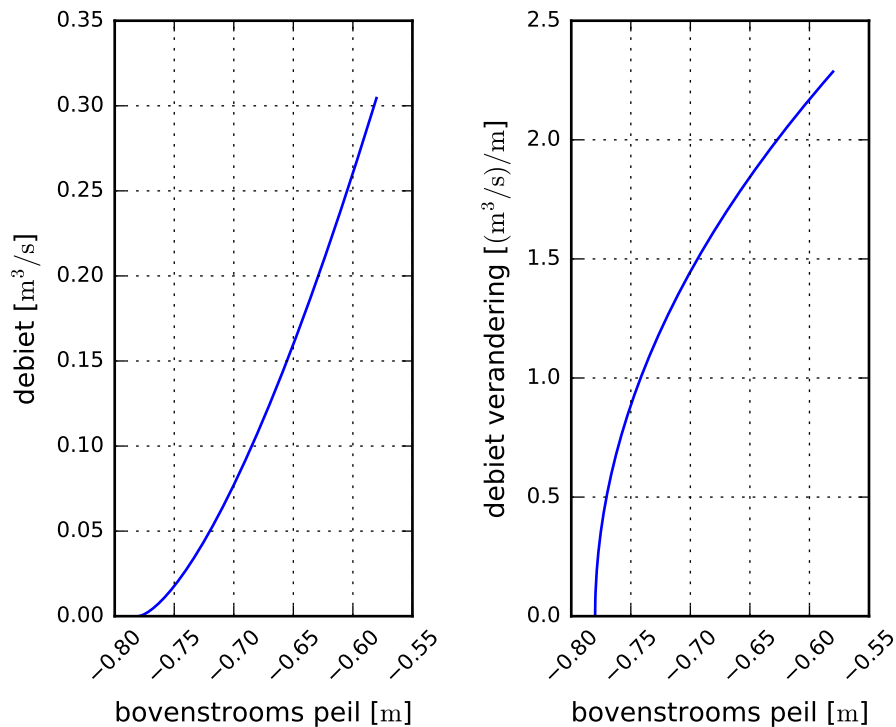


(d) Sample-  
Hold



(e) Vertraging

Figuur 6: Xcos blokken



(a) Debiet als functie van bovenstrooms peil (b) Debiet verandering als functie van bovenstrooms peil

Figuur 7: Stuw eigenschappen

## 2 Oefeningen

### 2.1 De gevolgen van signaal bemonstering

Open het diagram `sampling.xcos`. Draai het diagram. Wat valt u op bij het vergelijken van de twee grafieken? Wat gebeurt er als u de parameter „Period” van het blok met het label „S/H” hoger of lager maakt?

### 2.2 Een vijver met een vaste overlaat

Een vijver (singel, peilvak) met een open water oppervlak  $a$  van  $1000\text{m}^2$  ontvangt een onbekende variabele instroom  $q_{\text{in}}(t)$ , die tussen de  $0,01 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$  en  $0,25 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$  ligt. Het streefpeil  $h_{\text{streef}}$  is  $-0,75\text{m}$ , een vaste stuw met kruin op  $-0,78\text{m}$ , doorstroombreedte  $2\text{m}$  en  $c_{\text{stuw}} = 1,7\text{m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$  is aanwezig om het overtollige water af te voeren. Het diagram `vijver_vaste_stuw.xcos` is een model van dit systeem. Bij het draaien ziet u de response op een piek in de instroom en de regulerende actie van de stuw. In Figuur 7a is de relatie tussen debiet en voorwaterstand geplot.

### 2.3 Een vijver met pomp en discrete proportionele regeling van de uitstroom

Een vijver (singel, peilvak) met een open water oppervlak  $a$  van  $1000\text{m}^2$  ontvangt een onbekende variabele instroom  $q_{\text{in}}(t)$ , die tussen de  $0,01 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$  en  $0,25 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$  ligt. Het streefpeil  $h_{\text{streef}}$  is  $-0,75\text{m}$  NAP. Een pomp met variabel toerental en onbeperkte capaciteit, die in beide richtingen inzetbaar is, wordt gebruikt om het overtollige water af te voeren of een tekort aan te vullen. De instelling van de pomp wordt eens per 300 seconden aangepast. Noodzakelijk voor stabiliteit:

$$0 < k_{\text{P}} < 2 \frac{a}{\Delta t}$$

Wat gebeurt er als we bij het blok „k\_proportioneel” 0 invullen? Wat gebeurt er als we bij het blok „k\_proportioneel” 1 invullen? Wat gebeurt er als we bij het blok „k\_proportioneel” 7 invullen?

### 2.4 Een vijver met pomp en discrete PI regeling van de uitstroom

We nemen de vijver uit 2.3, maar nu met een discrete PI regelaar. Noodzakelijk voor stabiliteit:

$$0 < k_{\text{P}} < 2 \frac{a}{\Delta t}$$

$$0 \leq k_{\text{I}} < 2 \left( \frac{2a}{\Delta t} - k_{\text{P}} \right)$$

Wat gebeurt er als we bij het blok „k\_proportioneel” 5 invullen en bij het blok „k\_integraal” 3? Wat gebeurt er als we bij het blok „k\_proportioneel” 5 invullen en bij het blok „k\_integraal” 4?

### 2.5 Een vijver met beweegbare stuw en discrete PI regeling van de kruinhoogte van de stuw

We nemen de vijver uit 2.2, maar nu is de stuw beweegbaar en de kruinhoogte wordt door een discrete PI regelaar bepaald. Er zit nu een variabele omrekeningsfactor tussen de uitvoer van de PI controller en het debiet, hoe hoger het waer staat, hoe groter de verandering van het debiet bij peiltoename, zie ook Figuur 7b. Ook is een te laag peil nu veel vervelender omdat de regelaar geen water meer kan inlaten. Het afstellen behoeft nu wat geavanceerdere theorie dan tot nog toe behandeld. Probeer eens wat waardes voor „k\_integraal”, „k\_proportioneel” en „kruin\_initieel”.

## 3 Samenvatting

In dit practicum is een inleiding op het regelen van hybride systemen gegeven.

## Referenties

- [1] J. C. Cool, F. J. Schijff, and T. J. Viersma. *Regeltechniek*. Delta Press, Delft, Netherlands, 1991. eight printing, in Dutch.
- [2] Scilab Enterprises. *Scilab: Free and Open Source software for numerical computation*. Scilab Enterprises, Orsay, France, 2012.